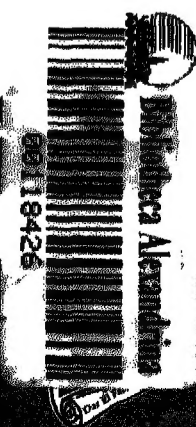
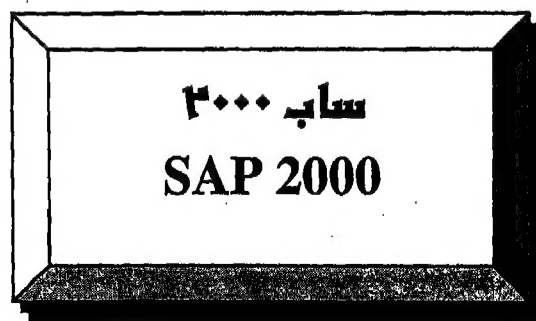


SAP 2000

باب ٢٠٠٠





أخبار مركز في الشرق الأوسط لإصدار أحدث الكتب في عالم الكمبيوتر

فرع وسط البلد : ٣ ش منصور المبتديان متفرع من شارع مجلس الشعب
محطة مترو سعد زغلول - القاهرة - مصر

تليفون : ٣٥٥٣٠٣٢ (٢٠٢) - ٣٥٤٣٢٠٣ (٢٠٢)

فاكس : ٣٥٤٣٦٤٣ (٢٠٢)

فرع الدقي : ١٢ شارع الدقي الدور السابع منزل كوبري الدقي اتجاه الجامعة

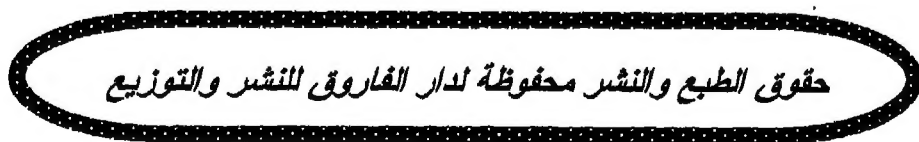
تليفون : ٣٣٨١٠٢٢

فاكس : ٣٣٨٢٠٧٤

الطبعة العربية الأولى ١٩٩٩

عدد الصفحات ٣٢٠ صفحة

حقوق الطبع والنشر محفوظة لدار الفاروق للنشر والتوزيع ولا يجوز نشر أى جزء من هذا الكتاب أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أى نحو أو بأى طريقة سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو بالتسجيل أو بخلاف ذلك ومن يخالف ذلك يعرض نفسه للمساءلة القانونية مع حفظ كافة حقوقنا المدنية والجنائية.



توضيح

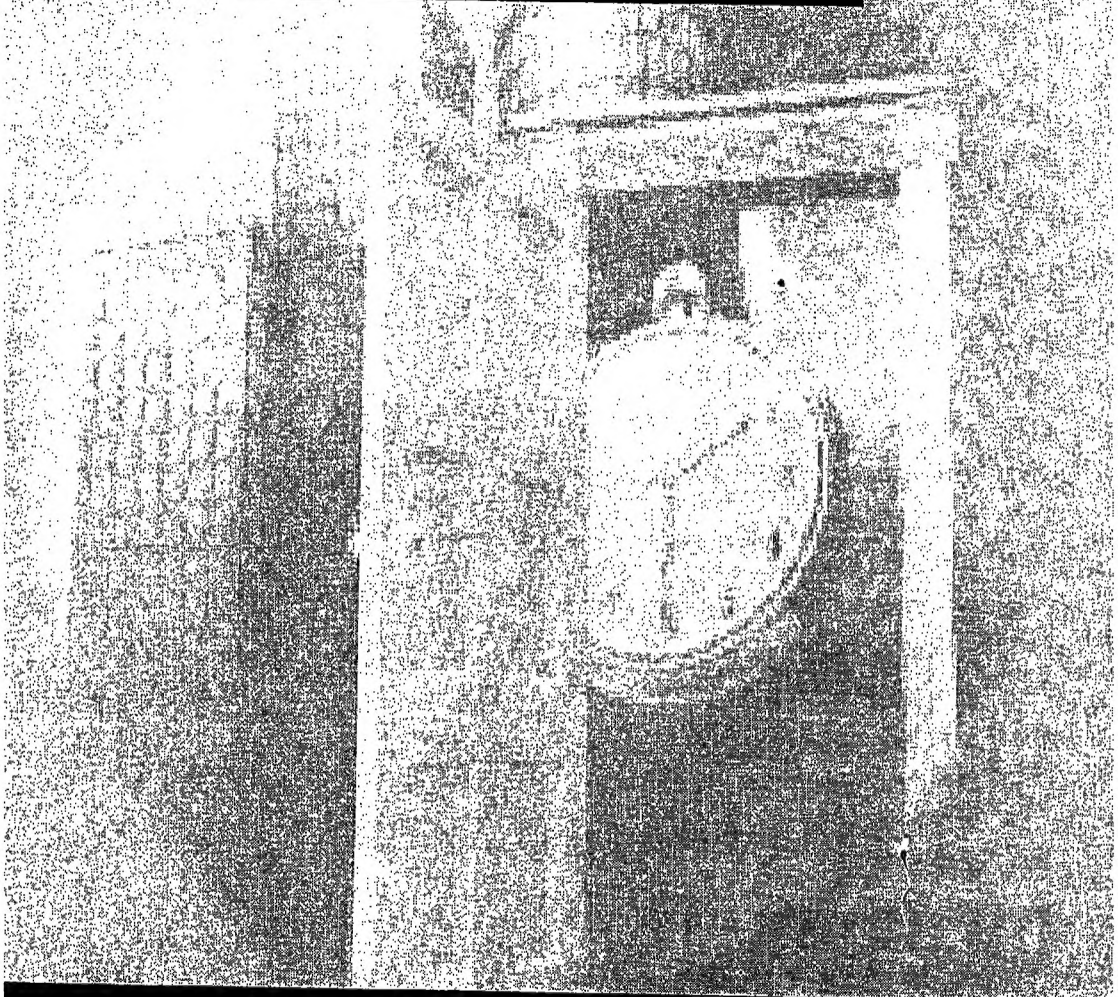
- ◀ لقد تم بذل الكثير من الجهد والوقت في إخراج هذا الكتاب وتم توكي الدقة قدر الإمكان لإخراجه بصورة عملية دقيقة ومبسطة في نفس الوقت. رغم ذلك فإنه عند الاستعانة بهذا الكتاب في تطبيقات عملية فإن المستخدم يجب أن يكون على علم وتفهم تام بأن ذلك يتم على مسؤوليته الشخصية، وأنه لا تقع أية مسؤولية من أي نوع على مؤلفي الكتاب أو ضمان لنتائج استخدامه، وعليه شخصيا أن يتحقق من صحة النتائج.
- ◀ يفترض أن مستخدم هذا الكتاب على علم ودراية بمبادئ التحليل الإنشائي، وعلى علم بالفروض الأساسية لعمل برامج التحليل الإنشائي. يفترض كذلك إلمام المستخدم بالمبادئ الأساسية لاستخدام الحاسب الآلي.
- ◀ تم إعداد هذا الكتاب بحيث يمكن القارئ من استخدام البرنامج بكفاءة في التحليل والتصميم الإنشائي الإستانداتيكي للمشروعات المدنية العادية والمعقدة إلى أي مستوى، وقد تم التعرض تعرضا عابرا لطرق التحليل الديناميكي، وكذلك لطرق تمثيل أجزاء المنشآت عميقة التخصص والنادر استخدامها.
- ◀ غير مسموح بنقل أو اقتباس أيا من محتويات هذا الكتاب بأية صورة من الصور المباشرة والغير مباشرة بغير إذن كتابي صريح من المؤلف ودار النشر.
- ◀ الأمثلة الموجودة بهذا الكتاب من إعداد الشركة المنتجة للبرنامج، وتم النشر بتصريح خاص للناشر والمؤلفين.
- ◀ نرحب بأية استفسارات أو تعليقات أو اقتراحات بخصوص مادة الكتاب على العنوان التالي:

E-Mail: maisora@hotmail.com
Or ahmed_helmy@hotmail.com

أو ص.ب: ٤٢٣ - الزقازيق جمهورية مصر العربية

المؤلفان

الفصل الأول



نظرة عامة

١- مقدمة:

من بين الشركات العالمية المتخصصة والعاملة بمجال تصميم وتطوير برامج التحليل والتصميم الإنشائي تحتل شركة الحاسبات والمنشآت Computers and Structures, Inc. (CSI) مكانة عريقة، حيث تأسست هذه الشركة عام ١٩٧٥م بالولايات المتحدة الأمريكية، وتقوم هذه الشركة بإصدار مجموعة من البرامج المتميزة في هذا المجال.

ولعل من أشهر هذه البرامج وأكثرها انتشاراً على الإطلاق برنامج التحليل الإنشائي ساب SAP وهذا الاسم يمثل الحروف الثلاثة الأولى من: Structural Analysis Program . وقد ظهر الإصدار الأول لهذا البرنامج منذ ما يقرب من ثلاثون عاماً وبالتحديد في عام ١٩٧٠م. كثرة لأبحاث د. إدوارد ويلسون Edward L. Wilson بجامعة كاليفورنيا، وتوالت الأبحاث لتطوير البرنامج، وتوالى ظهور إصدارات عديدة خلال هذه الأعوام منها SAP ، SOLIDSAP ، SAPIV ثم SAP80 و SAP90 الذي استمر لعدة سنوات بنفس الاسم مع التطوير المستمر وكذلك الإصدارات المعدلة لاستخدامات وتطبيقات خاصة بالشركات والمؤسسات الدولية الكبرى.

ويحظى برنامج ساب ٩٠ بمكانة خاصة بجمهورية مصر العربية والدول العربية الأخرى ويستخدم على نطاق واسع بالمكاتب الاستشارية الكبرى والمتميزة، كما يستخدمه العديد من الباحثين بمجالات الهندسة المدنية والميكانيكية وغير ذلك.

ومع اقتراب نهاية القرن العشرين ودخول العالم في حقبة زمنية جديدة ظهر جيل جديد تماماً من برامج التحليل الإنشائي أطلق عليها اسم ساب ٢٠٠٠ SAP2000 وهذا الإصدار يعد -كما أسمته الشركة الأم- الجيل الجديد من أجيال هذا البرنامج العريق.

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

والجدير بالذكر أن هذه الشركة تنتج مجموعة أخرى من برامج التحليل والتصميم الإنشائي المتخصصة هي:

□ برنامج إيتابس ETABS

وهو برنامج مخصص للتحليل والتصميم الإنشائي للأبراج العالية **Towers & Tall Buildings** حيث يتم إدخال بيانات المنشأ عن طريق تمثيل بلاطات كاملة بمناسيب معينة هي مناسيب الأدوار وكذلك تحديد الكمرات إن وجدت، وتحديد الأعمدة والجدران الحاملة للمنشأ وأية تفاصيل أو بيانات أخرى ويقوم البرنامج بتحليل وتصميم المنشأ كاملاً، وأحدث إصدارات هذا البرنامج هو **ETABS 6**، ويصدر في ثلاث إصدارات مختلفة متغيرة الإمكانيات.

□ برنامج سيف SAFE

وهو برنامج مخصص للتحليل والتصميم الإنشائي للبلاطات بأنواعها المختلفة متضمنة جميع الحالات الخاصة الممكن حدوثها.

أما برنامج ساب ٢٠٠٠ وهو موضوع هذا الكتاب فيتم إصداره في ثلاث مستويات مختلفة هي:

□ الإصدار القياسي : SAP2000 Standard

ويعمل هذا الإصدار من خلال بيئة النوافذ ويشتمل على أنظمة التحليل الإستاتيكي والتحليل الديناميكي بطريقة **Dynamic Response Spectrum Analysis** ، وذلك للمنشآت المكونة من عناصر إطارية **Frame Elements** وعناصر قشرية **Shell Elements**، إضافة إلى التصميم الإنشائي للمنشآت الخرسانية والمعدنية.

وهذا الإصدار يمكنه تمثيل المنشآت حتى ١٥٠٠ نقطة **1500 Node**

□ إصدار متميز: SAP2000 Plus

يوفر هذا الإصدار جميع إمكانيات الإصدار القياسي السابق ذكرها إضافة إلى طريقة تحليل ديناميكي أخرى هي: **Dynamic Time History Analysis**، كما يشمل تحليل المنشآت المكونة من عناصر خاصة مستوية وكتل مصمتة **Plane, Solid, and Asolid Elements**، وكذلك يحتوى هذا الإصدار على نظام خاص للتحليل الإنشائي للكباري **Bridge Analysis**، وليس لهذا الإصدار حدود معينة بالنسبة لحجم المنشأ.

□ إصدار خاص بالتحليل الغير خطي: SAP2000 Nonlinear

هذا الإصدار هو امتداد للإصدار السابق مع إضافة التحليل الديناميكي الغير خطي **Dynamic Nonlinear Time History Analysis** مع إضافة بعض العناصر لتمثيل المنشآت الخاصة جدا مثل:

.Gap and Hook Elements ،Base Isolators ،External Damping Element

وليس لهذا الإصدار حدود معينة بالنسبة لحجم المنشأ.

وساب ٢٠٠٠ الذي بين أيدينا الآن هو أحدث وأقوى إصدار لسلسلة برامج التحليل الإنشائي ساب المعروفة على مستوى العالم.

وفي هذا الكتاب سوف يتم التعرض بالشرح والتفصيل للطرق المستخدمة في توصيف وتحليل وتصميم المنشآت المختلفة باستخدام الإصدار القياسي من البرنامج، وحيث أن المستخدم العربي قد اعتاد لسنوات طويلة على استخدام برنامج ساب ٩٠ بل ومازال مستخدما حاليا على نطاق واسع، فقد فضلنا أن يكون حديثنا انتقاليا بداية من الملامح الرئيسية لبرنامج ساب ٩٠ وحتى أدق التفاصيل الخاصة بالإصدار الجديد ساب ٢٠٠٠ .

١-١- ساب ٩٠ SAP90:

استمر برنامج ساب ٩٠ 90 منذ فترة زمنية طويلة وحتى وقتنا هذا من أشهر وأقوى برامج التحليل الإنشائي على مستوى العالم التي تعتمد في تحليلها للمنشآت على نظرية العناصر المحدودة **FINITE ELEMENTS THEORY** ، حيث يتم من خلالها توصيف أي منشأ عن طريق تقسيمه إلى عناصر محدودة تنتهي في الصغر كلما كانت دقة التحليل المطلوبة أكبر وكلما زادت أهمية المنشأ وتكون ذات عدد وتقسيم معقول للمنشآت العادية والغير معقدة.

يتم من خلال هذه الطريقة دراسة كل عنصر على حده من حيث القوى المؤثرة عليه وردود الأفعال الداخلية ثم يتم تجميع هذه العناصر معا مرة أخرى لتمثيل المنشأ كاملاً وتحديد ردود الأفعال الداخلية للمنشأ ككل.

يحتوي البرنامج على عدة أنواع من العناصر المحدودة لتمثيل عناصر المنشأ المختلفة مثل العنصر الإطاري **FRAME ELEMENT** لتمثيل الكمرات والأعمدة والأجزاء الطولية عموماً، والعنصر المسطح **SHELL ELEMENT** لتمثيل البلاطات والقباب والمنشآت المسطحة والقشرية وما إلى ذلك، والعنصر المصمت **SOLID ELEMENT** لتمثيل المنشآت ذات الكتل كبيرة الأبعاد كالسدود العريضة والحوائط الحاملة والأجزاء التي عادة ما يحدث لها إزاحات فقط dx, dy, dz تحت تأثير الأحمال ولا يحدث لها أية إنثناءات أو دورانات rx, ry, rz نتيجة العزوم المؤثرة عليها ويتم الدمج بين هذه العناصر المختلفة لتمثيل المنشأ بالصورة المناسبة والأكثر دقة.

ويعتمد البرنامج أساساً على إدخال ملف بيانات يقوم المستخدم بإعداده مسبقاً لتوصيف المنشأ والأحمال بأسلوب محدد ويقوم البرنامج بتحليل المنشأ على مرحلتين المرحلة الأولى يتم فيها مراجعة البيانات المدخلة والتحقق من صحتها والتحذير من الأخطاء التي يمكنه إكتشافها، ثم ترتيب وتبويب البيانات بنظام معين والمرحلة الثانية والتي تبدأ بعد خلو ملف البيانات من الأخطاء ويتم فيها تحليل هذه البيانات وإخراج ملفات تحتوي النتائج المطلوبة.

ولإمكان إستخدام هذا البرنامج والبرامج الإنشائية عموماً بصورة صحيحة يجب أولاً الإلمام ببعض مبادئ طريقة التحليل الإنشائي باستخدام نظرية العناصر المحدودة **FINITE ELEMENT METHOD** وكيفية إعداد التوصيف الملائم لتمثيل المنشأ، وهذا ما سنتعرض له بشيء من التوضيح فيما يلي.

٢- طريقة العناصر المحدودة (FINITE ELEMENT METHOD):

٢-١- مقدمة:

طريقة العناصر المحدودة **Finite Element Method** هي طريقة تحليل إنشائي تعتمد على تحديد شكل المنشأ المراد تحليله والأحمال الواقعة عليه ثم تقسيم المنشأ إلى مجموعة من الأجزاء الأصغر حجماً فتستخدم النقاط لتقسيم المنشآت الطولية كالكمرات والأعمدة، والخطوط لتقسيم المنشآت المسطحة كالبلاطات والقباب، والمستويات لتقسيم المنشآت المجسمة ثلاثية الأبعاد كالكتل المصمتة والسدود وما إلى ذلك.

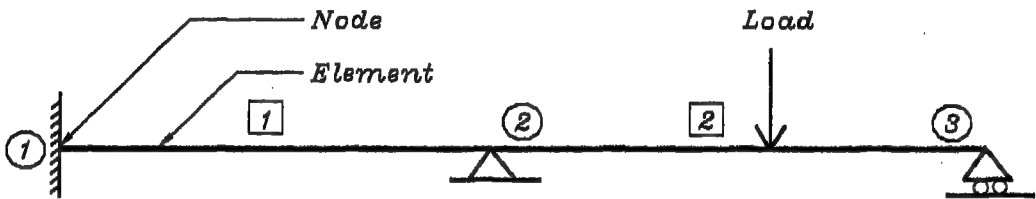
وأياً كان شكل الأجزاء الناتجة فإنها تترابط جميعاً عند نقاط معينة على حدودها مكونة المنشأ الأصلي، وبالتالي يمكننا القول بأن المنشأ يستبدل بأجزاء صغيرة لتحليله والأجزاء الصغيرة تتجمع معاً لتكوين المنشأ مرة أخرى.

٢-٢- طريقة التحليل:

يتم تحليل كل جزء على حده تحت تأثير الأحمال الواقعة عليه وتكوين معادلات لحساب الإزاحات الحادثة له تحت تأثير هذه الأحمال، وبمساواة الإزاحات للأجزاء عند نقاط التقائها معاً يمكن تكوين مصفوفات معينة يتم حلها لإيجاد الإجهادات والقوى الداخلية لهذه الأجزاء ومن ثم تحديد الإجهادات والقوى الداخلية للمنشأ عموماً.

وقد تطورت هذه الطريقة كثيراً بتطور الحاسبات الآلية حيث انه من شبه المستحيل حل هذه المعادلات يدوياً فالجزء الفراغي له ستة مجاهيل هي القوى في اتجاه المحاور الثلاثة F_x, F_y, F_z والعزوم حول هذه المحاور الثلاثة M_x, M_y, M_z ولتحليل منشأ مكون من ٣٠٠ جزء مثلاً فإنه يلزم تكوين ١٨٠٠ معادلة لحل هذا المنشأ بهذه الطريقة. ومع تطور الحاسبات تقلصت الفترة الزمنية اللازمة لتحليل مثل هذه المنشآت من ساعات الى دقائق أو ثواني حسب حجم المنشأ وإمكانيات الحاسب المستخدم.

وعلى سبيل المثال لتحليل كمره مرتكزة على ثلاث نقاط ارتكاز كما بالشكل الموضح، يتم عمل الخطوات التالية:



شكل (١) تقسيم المنشأ إلى نقط وعناصر

- يتم تقسيم الكمره إلى جزأين ١، ٢ الجزء ١ يبدأ من النقطة ١ إلى النقطة ٢ ، والجزء ٢ يبدأ من النقطة ٢ إلى النقطة ٣ ، علماً بأنه يمكن التقسيم لأجزاء أكثر من ذلك بإضافة نقاط أخرى على جسم المنشأ مع مراعاة درجات الحرية للنقاط الإضافية كما سيأتي تفصيل ذلك.
- يتم بعد ذلك تعريف الإحداثيات للنقط وخواص الأجزاء المستخدمة (مساحة القطاع وعزم القصور الذاتي ومعامل المرونة . . .) و القوى الخارجية المؤثرة على العنصر .
- بواسطة خواص العنصر يتم تكوين مصفوفة الجساء للعناصر Overall Stiffness Matrix وهي مصفوفة لا تحتوي على مجاهيل [K].

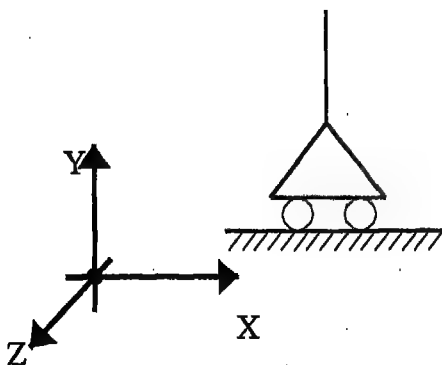
SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

• بتحديد درجات الحرية للنقط يتم تكوين مصفوفة الإزاحات **Displacements Vector { D }** وهي مصفوفة تحتوي على مجاهيل. ويقصد بـ درجات الحرية تحديد الاتجاهات المسموح فيها بحركة النقاط والاتجاهات الغير مسموح الحركة فيها اتجاهات حرة واتجاهات مقيدة- حيث أن لكل نقطة في الفراغ ستة درجات من الحرية هي ثلاث اتجاهات حركة DX, DY, DZ في اتجاهات المحاور العامة X, Y, Z وثلاثة اتجاهات دوران RX, RY, RZ حول المحاور العامة X, Y, Z .

• وعند تقييد درجة حرية معينة فذلك يعني أنه لا توجد حركة في هذا الاتجاه وبالتالي سوف يتولد رد فعل في هذا الاتجاه، أما عند تحرير درجة الحرية في اتجاه معين فسوف يحدث في هذا الاتجاه إزاحة أو دوران وبالتالي لن يكون هناك رد فعل.

• مثال ذلك نقطة الارتكاز الحرة الحركة في الاتجاه X فقط (ارتكاز على عجل إسطواني **ROLLER SUPPORT** يتحرك في اتجاه X) شكل (٢)، ستكون درجة الحرية مقيدة في الاتجاهين Y, Z وبالتالي لن تكون هناك إزاحة في هذه الاتجاهات ولكن ستكون هناك ردود أفعال وسوف تكون هناك إزاحة في اتجاه X ولن تكون هناك قيمة لرد الفعل في اتجاه X .



شكل (٢) نقطة ارتكاز حرة الحركة في الاتجاه X فقط.

• بمعرفة قيم القوى الخارجية المؤثرة على المنشأ يتم تكوين مصفوفة القوى المكافئة $\{ P \}$ Equivalent Force Matrix وهي مصفوفة لا تحتوي على مجاهيل.

• بعد تكوين هذه المصفوفات يتم تكوين معادلة الحل الأولى :

$$\{ P \} = [K] * \{ D \} \quad 1$$

• بحل المعادلة السابقة يتم إيجاد قيم المصفوفة $\{ D \}$ والتي تحتوي قيم الإزاحات، وبمعلومية قيم الإزاحات يمكن ببساطة حساب الإجهادات والتشكلات خلال جسم المنشأ.

• ولإيجاد ردود الأفعال عند نقط الارتكاز يتم تكوين المعادلة التالية :

$$\{ P_s \} = - \{ P_{cs} \} + [K_{sf}] * \{ D_f \}$$

حيث:

$\{ P_s \}$ مصفوفة ردود الأفعال عند نقط الارتكاز وتحتوي مجاهيل.

$\{ P_{cs} \}$ مصفوفة ردود الأفعال المكافئة عند نقط الارتكاز وهي

معلومة القيم.

$[K_{sf}]$ مصفوفة الجساءة عند نقط الارتكاز.

$\{ D_f \}$ مصفوفة الإزاحات عند نقط الارتكاز.

وبحل هذه المعادلة يمكن إيجاد ردود الأفعال عند نقط الارتكاز .

• ولإيجاد ردود الأفعال الداخلية لكل عنصر يتم تكوين المعادلة:

$$\{ P_m \} = \{ P_{mf} \} + [K_m] * \{ D_m \}$$

حيث:

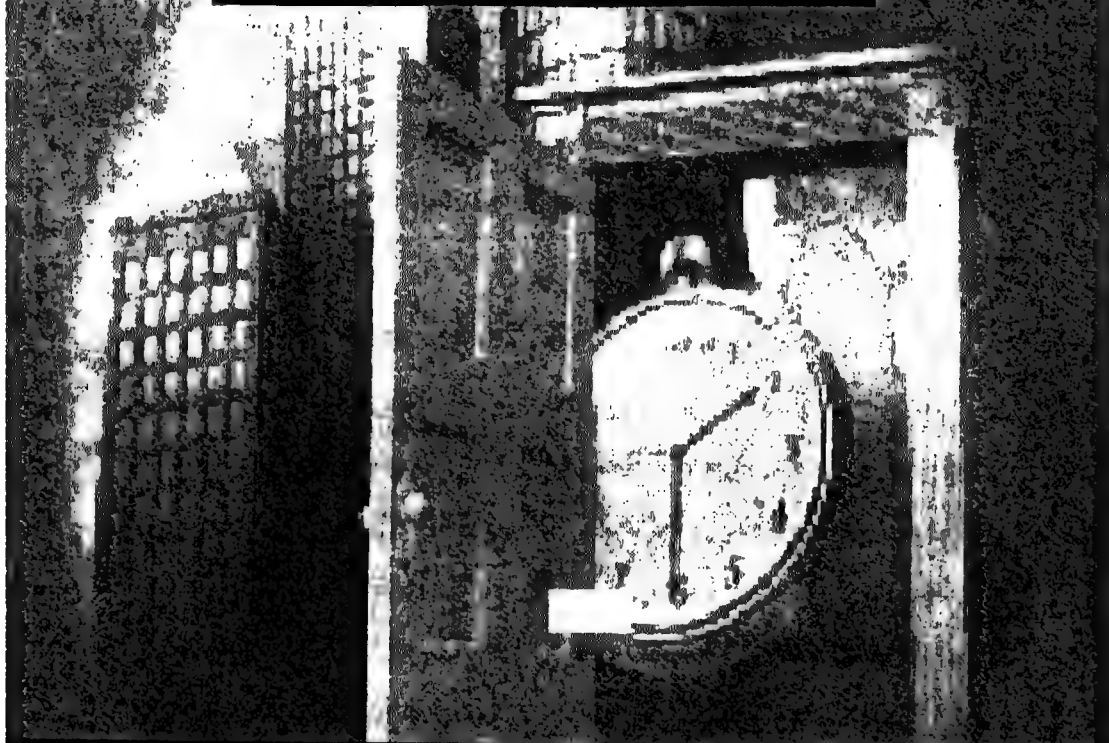
مصفوفة القوى الداخلية للعنصر عند نقط البداية والنهاية.	{ Pm }
مصفوفة ردود الأفعال عند طرفي العنصر بفرض أنه مثبت Fixed من الجهتين	{ Pmf }
مصفوفة الجساءة للعنصر	[Km]
مصفوفة الازاحات لنقط العنصر	{ Dm }
بذلك نوجد القوى الداخلية للعنصر (القوى المحورية والقص وعزوم الانحناء)	

٢-٣- اختيار أشكال العناصر المحدودة:

عندما نفكر في اختيار شكل العناصر المحدودة المزمع استخدامها في تمثيل المنشأ فإن شكل المنشأ يتحكم إلى حد كبير في تحديد تلك العناصر، وخاصة شكل حدود-حواف- المنشأ الداخلية والخارجية (محيط فتحة أو فراغ داخلي في منشأ معين هي إحدى الحالات التي يقصد بها حدود داخلية).

في حالة المنشآت المسطحة تكون العناصر المثلثة أقوى من العناصر المربعة والمستطيلة وأكثر ملائمة لتمثيل تلك المنشآت، وخاصة عند تمثيل انحناءات أو تقوسات في المنشأ، أما المنشآت ثلاثية الأبعاد فإنه يفضل أيضاً استخدام العناصر الهرمية عن المنشورية الرباعية، وطبقاً لشكل المنشأ يمكن توظيف مجموعة من العناصر بأشكال مختلفة معاً للوصول إلى أنسب تمثيل لشكل المنشأ، وبالتالي الحصول على نتائج أكثر دقة.

الفصل الثاني



أساسيات التحليل الإنشائي

١. أساسيات التحليل الإنشائي:

١-١ مقدمة:

سوف يتم فيما يلي إستعراض المفاهيم الأساسية التي يجب الإلمام بها قبل التطرق إلى مرحلة أعداد البيانات لتحليل منشأ ما سواء باستخدام برنامج سلب ٩٠ أو ساب ٢٠٠٠، أو أي من البرامج الإنشائية الأخرى عموماً.

قبل بدأ إدخال أية بيانات عن المنشأ يجب أولاً وصف المنشأ هندسياً وذلك برسم كروكي للمنشأ ووضع عدد كافٍ من نقاط التعريف Nodes/Joints عند بداية ونهاية أي جزء ونقط الارتكاز وعند تغير القطاعات أو الخواص، كما يمكن وضع نقاط عند أماكن الأحمال المركزة عند الحاجة إلى ذلك، ثم يتم ترقيم هذه النقاط وتحديد إحداثياتها بالنسبة للمحاور العامة Global Axis X,Y,Z.

يلي ذلك تعريف أجزاء المنشأ بترقيم كل جزء وربطه بالنقط الخاصة به ثم تحديد الخواص الهندسية لهذه الأجزاء وحالات الأحمال ومن ثم يمكن بدأ تحليل المنشأ، وفيما يلي بعض الملاحظات الواجب مراعاتها عند توصيف المنشأ:

- عدد النقاط يجب أن يكون كافياً لوصف المنشأ تماماً .
- يجب وضع نقطة عند كل نقاط عدم الاتصال Discontinuity وعند نقاط الارتكاز وعند بداية ونهاية كل جزء من أجزاء المنشأ وعند تغير خواص المواد أو القطاعات.
- يمكن وضع نقاط إضافية عند الأماكن المطلوب معرفة قيم الإزاحة أو ردود الأفعال الداخلية عندها.

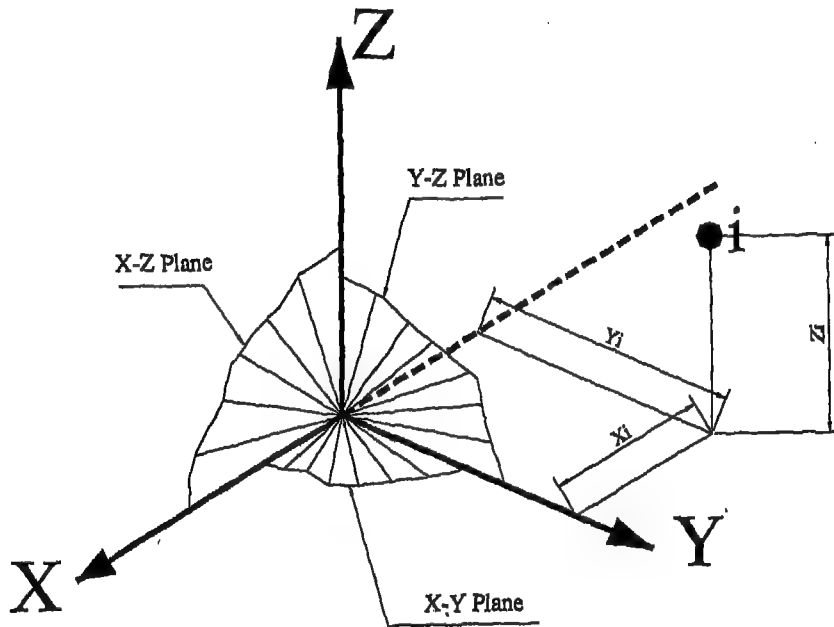
□ يجب وضع العدد الكافي من النقاط لتحديد شبكة العناصر المحددة.

وهذه المرحلة يجب أن تتم قبل استخدام أي برنامج للتحليل الإنشائي عموماً.

٢-١- الإحداثيات، المحاور العامة، والمحاور المحلية:

أولاً : الإحداثيات

عدد تمثيل أي منشأ يجب تحديد قيم إحداثيات النقاط، وهي القيم التي تحدد موقع كل نقطة من نقطة الأصل **Origin** وهي نقطة تلاقي المحاور وتكون إحداثياتها عادة (٠،٠،٠) ويمكن افتراض قيم أخرى عند الحاجة لذلك. وعن طريق تحديد إحداثيات النقاط يتم تحديد أطوال واتجاهات عناصر المنشأ بالنسبة لنظام محدد من المحاور.



شكل (٣) إحداثيات النقطة I

إحداثيات النقطة I بالشكل السابق بالنسبة للمحاور العامة X,Y,Z هي (X_i, Y_i, Z_i) وهي المركبات الثلاثة في الاتجاهات X,Y,Z على الترتيب لبعدها النقطة I عن نقطة الأصل.

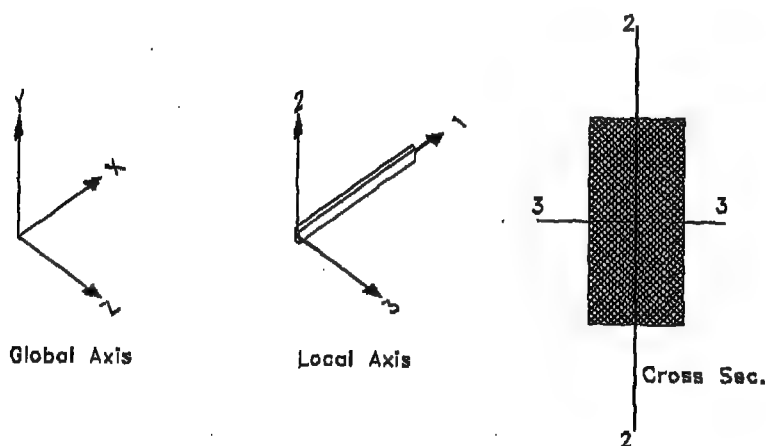
ثانيا : المحاور

يستخدم نظام المحاور في توقيع عناصر المنشأ وتحديد اتجاهاتها وكذلك تحديد اتجاهات الأحمال والإزاحات وردود الأفعال والإزاحات والإجهادات المختلفة الناتجة بعد تحليل المنشأ.

وتنقسم المحاور إلى محاور عامة ومحاور محلية كما يلي:

١ - المحاور العامة Global Coordinates

يتم التعامل خلال البرنامج مع نظام محاور واحد عام لجميع أجزاء المنشأ تسمى هذه المحاور بالمحاور العامة (X,Y,Z) Global Coordinate system ، والمحاور العامة X,Y,Z هي ثلاث محاور متعامدة تتبع قاعدة اليد اليمنى ويحدد موقعها اختياريًا عن طريق اختيار مكان نقطة الأصل $Origin$ التي تنطلق منها هذه المحاور.



شكل (٤) المحاور العامة والمحاور المحلية

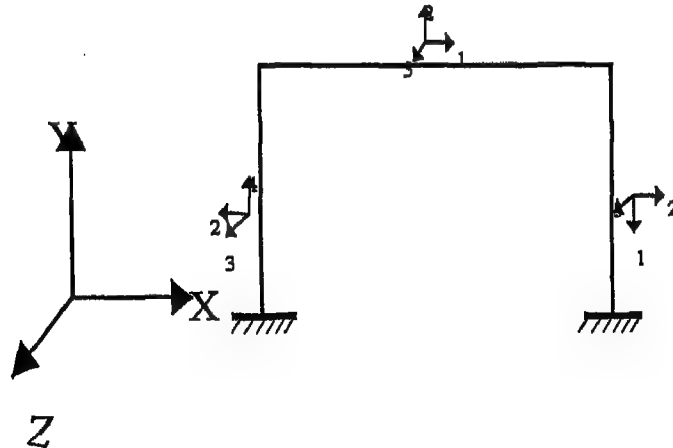
لا يشترط تحديد محور معين يتجه إلى أعلى ولكن يشترط أن تتبع هذه المحاور قاعدة اليد اليمنى وبالتالي فكل المحاور العامة بشكل ٤،٣ صحيح رغم أن المحور المتجه إلى أعلى في شكل ٣ هو المحور Z وفي شكل ٤ هو المحور Y والبرنامج يفترض دوماً الاتجاه الموجب للمحور Z هو المحور الرأسي

لشاشة العرض، وبالتالي يكون حساب تأثير وزن المنشأ في الاتجاه السالب لمحور Z ويكون المستوى x-y هو المستوى الأفقي والاتجاه الأساسي في المستوى الأفقي هو الاتجاه الموجب للمحور X وبالتالي فإن قياس أية زوايا أفقية يبدأ من الاتجاه الموجب لهذا المحور والاتجاه الموجب لقياس الزوايا يكون عكس عقارب الساعة . Counter-Clockwise

٢ - المحاور المحلية Local Coordinates

المحاور المحلية هي المحاور الخاصة بكل عنصر من عناصر المنشأ وتتغير اتجاهاتها من عنصر لآخر حسب الحاجة وتسمى هذه المحاور بالمحاور المحلية (1,2,3) Local Coordinate system ويتم تحديد العلاقة بين اتجاهات المحاور المحلية والمحاور العامة وذلك حتى يمكن تحديد اتجاهات العناصر المختلفة بالنسبة للمحاور العامة.

والمحاور المحلية تتعامد في الفراغ وتتبع قاعدة اليد اليمنى، وبالتالي فبمجرد تحديد العلاقة بين أحد المحاور العامة وأحد المحاور المحلية يمكن استنتاج اتجاهات باقي المحاور.



شكل (٥) المحاور العامة والمحاور المحلية للعناصر

١-٣- درجات الحرية ودرجات القيود:

من المعروف أن كل نقطة في الفراغ لها ستة مركبات إزاحة وهي الإزاحات في اتجاه المحاور الثلاثة U_x, U_y, U_z والدوران حول المحاور الثلاثة R_x, R_y, R_z وتعرف إمكانية وجود إزاحة في أي اتجاه بدرجة الحرية (D.O.F.) Degree of Freedom وعدم إمكانية حدوث إزاحة في اتجاه معين يعنى أن الإزاحة في هذا الاتجاه مقيدة **Restrained** ويجب أثناء توصيف المنشأ تحديد درجات الحرية والقيود لكل نقطة .

وعند المعرفة المسبقة أن قيمة الحركة في اتجاه معين لنقطة معينة تساوي صفر فيجب تقييد الحركة في هذا الاتجاه توفير للوقت الذي يستخدمه البرنامج لتحليل المنشأ وتقليلا لعدد معادلات الحل، أما عند الشك في كون إحدى النقاط لها إزاحة أو لا في اتجاه معين فيفضل تركها حرة الحركة.

من المنطقي انه لا يمكن وضع أحمال في اتجاهات مقيدة، لأن هذه الأحمال لا بد وأن تسبب إزاحات معينة في اتجاه تأثيرها، وبالتالي فعند تحليل المنشأ سوف نتوقع ظهور قيم للإزاحات في الاتجاهات الحرة.

والبرنامج يعتبر جميع النقاط حرة الحركة في جميع الاتجاهات عدا تلك التي يتم تقييد حركتها.

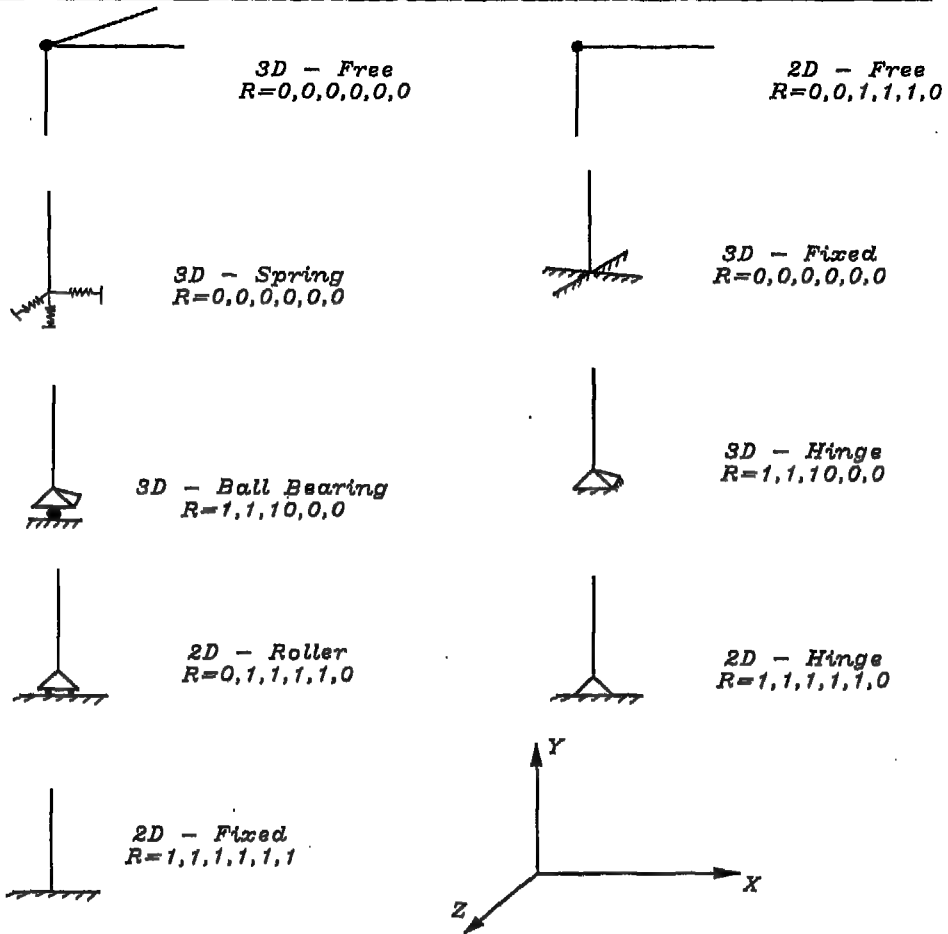
ومن الطبيعي أن درجات الإزاحة كلها أو بعضها تكون مقيدة عند نقاط الارتكاز وبالتالي يمكن تحديد نوعيات نقاط الارتكاز أيضا بهذا الأسلوب.

وفيما يلي شكل توضيحي يبين درجات الحرية لنقاط إرتكاز مختلفة حيث يعني الرمز 1 درجة حرية مقيدة والرمز 0 درجة حرية غير مقيدة.

والشكل (٦) يبين قيود النقاط في الأوضاع المختلفة .

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠



شكل (٦) تقييد النقاط

١-٤- التحميل على يابات (زنبرك) Springs:

عند وجود منشأ محمل على ياي (زنبرك) عند نقطة أو أكثر وفي اتجاه واحد أو أكثر يراعى عدم تقييد الحركة في هذه الاتجاهات، حيث يتم بعد ذلك تحديد ثوابت الياي في الاتجاهات المختلفة .

Spring Constant $K=K_{ux}, K_{uy}, K_{uz}, K_{rx}, K_{ry}, K_{rz}$

Where:

K_{ux}, K_{uy}, K_{uz}

Spring Constants defines the spring translational stiffness in units of force/units of displacements

Krx,Kry,Krz

Spring Constants defines the spring
rotational stiffness in units of moment /units
of radian rotation

يلاحظ أن هذه الثوابت يجب التعبير عنها بالنسبة للمحاور العامة وليس المحاور المحلية، وعند حدوث تكرار في تعريف ثوابت الياي لنفس النقطة فإن الثابت الجديد يضاف للثابت القديم ولا يحل محله.

١-٥-٠- تطبيقات الإزاحات Constraints:

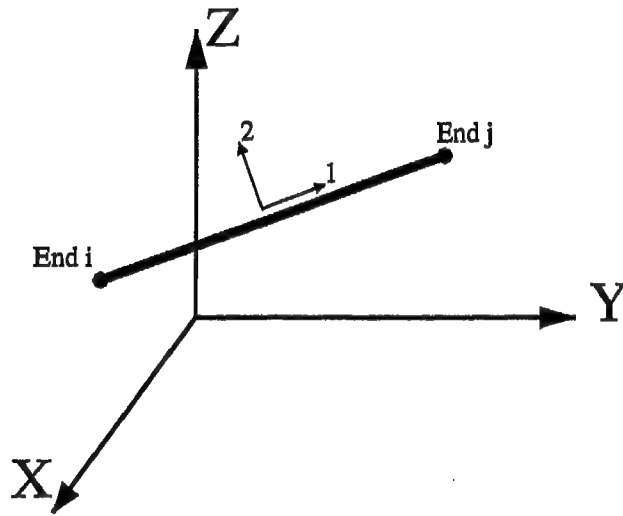
عند إدخال منشأ به مجموعة من النقاط تتحرك معا في بعض الاتجاهات بقيم إزاحة متساوية فإنه من المفيد تحديد هذه النقاط للبرنامج- مثال ذلك مجموعة من النقاط على بلاطة خرسانية في المستوى (X-Y) تتعرض لأحمال موزعة عمودية عليها فهذه النقاط عادة ما تكون لها قيم إزاحات مختلفة في اتجاه الأحمال، أما في الاتجاهين X,Y فغالبا ما تتحرك هذه النقاط معا لو تعرض المنشأ لأي أحمال جانبية وهذا ما يعرف بتطابق (أو تساوي) الإزاحات، وعندما يكون المنشأ كبير الحجم فإن تحديد النقاط المتطابقة للإزاحات للبرنامج يوفر في عدد المعادلات التي يكونها البرنامج لتحليل المنشأ مما يقلل من زمن وحجم تحليل المنشأ.

يمكن الاستفادة من ذلك في جعل الاستطالة المحورية Axial Deformation لبعض العناصر الإطارية تساوي صفر، ففي الكمرات مثلا يمكن جعل جميع النقاط على محور الكمرة لها نفس الإزاحة خلال درجة الحرية في اتجاه محور الكمرة، وبالطبع يجب ملاحظة أن تحويل الاستطالة المحورية للقيمة صفر سيجعل القوى المحورية أيضا تساوي صفر .

وكذلك عند الرغبة في ربط جزأين منفصلين يتم ربط درجات الحرية للنقط على خط الاتصال بين الجزأين فيصبح الجزأين جزءا واحدا.

١-٦-الأجزاء الإطارية:

الأجزاء الإطارية Frame Elements هي أجزاء المنشأ التي لها بعد طويل جدا (الطول) مقارنة بالبعدين الآخرين (العرض والارتفاع) وهذه العناصر تستخدم لتمثيل الأعمدة والكمرات والعناصر الإطارية Frame Members والجمالونية Truss Members وما شابهها شكل (٧).



شكل (٧) عنصر إطارى

ويتم تمثيل العنصر الإطارى بنقطة بداية i ونقطة نهاية j وخواص قطاع، ولكل عنصر إطارى محاوره المحلية الخاصة، ويتم تحديد خواص وأبعاد القطاع بالنسبة للمحاور المحلية الخاصة به، أما خواص المادة لمادة العنصر الإطارى فيتم تحديدها مسبقا ومن هذه الخواص معامل المرونة Modulus of Elasticity ومعامل القص Shear Modulus ونسبة بوسون Poisson's Ratio والوزن النوعي والكثافة.

والبيانات الأساسية الستة التي يجب تعريفها لأي عنصر هي:

- مساحة القطاع Cross Sectional Area
 - عزم القصور الذاتي Moment of Inertia حول المحاور المحلية ٣،٢
 - ثابت اللي Torsional Constant
 - مساحات مقاومة القص Shear Areas لمقاومة القص في المستويين المحليين
- ١-٢، ١-٣ .

وهذه البيانات الستة يمكن تحديدها للبرنامج مباشرة أو باختيار قطاع معين من قاعدة بيانات البرنامج حسب شكل القطاع Shape Type الذي يحدده المستخدم عن طريق المتغير SH الذي يأخذ عدة رموز يرمز كل منها إلى قطاع معين SH=G(general أو بإدخالها مباشرة مع جعل SH=R,P,B,I,C,T,L,2 (section)، وبالطريقة الأولى يتم حساب خواص القطاع الستة أوتوماتيكيا.

أما بالنسبة للقطاعات المعدنية فالمتغير SH يأخذ قيمة أخرى تعبر عن القطاع المستخدم مثل: SH=W27X94 or 2L4X3X1/4 ويتم حساب خواص هذه القطاعات من قاعدة بيانات خاصة بالقطاعات المعدنية وملحقة أيضا بالبرنامج.

ورموز القطاعات السابقة تعني:

SH=R	Rectangular Section	قطاع مستطيل
SH=P	Pipe Section (Hollow or Solid)	قطاع دائري
SH=B	Box Section	قطاع مستطيل ومجوف
SH=I	I-Section	قطاع بشكل حرف I
SH=C	Channel Section	قطاع بشكل حرف C
SH=T	T-Section	قطاع بشكل حرف T
Sh=L	Angle Section	قطاع زاوية
Sh=2L	Double Angle Section	قطاع من زاويتين

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

وقواعد البيانات الملحقة بالبرنامج والتي يتم منها الحصول على الخواص الهندسية للقطاعات المختلفة هي :

ASIC.PRO American Institute of Steel Construction Shapes

قاعدة بيانات المعهد الأمريكي لقطاعات تشكيل الحديد الصلب

CISC.PRO Canadian Institute of Steel Construction Shapes

قاعدة بيانات المعهد الكندي لقطاعات تشكيل الحديد الصلب

SECTIONS.PRO Just a Copy of AISC.PRO

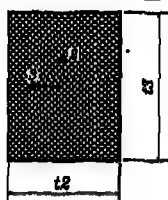
نسخة من قاعدة البيانات الأمريكية، وهي النسخة التي يتعامل من خلالها البرنامج ما لم يتم اختيار قاعدة بيانات أخرى.

ويمكن للمستخدم إضافة أو إعداد قواعد بيانات أخرى لاستخدامها خلال البرنامج وذلك من خلال برنامج **PROPER** الذي يمكن طلبه من الشركة منتجة البرنامج.

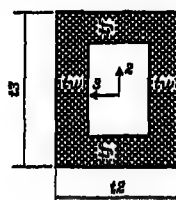
وأشكال القطاعات داخل قواعد البيانات السابقة تخزن بنفس إسم نفس قاعدة البيانات مع إمتداد **LBL** مثال ذلك أسماء القطاعات التابعة لقاعدة البيانات **CISC.PRO** مسجلة بإسم **CISC.LBL** وهذه الملفات ملفات نصوص يمكن تصفحها وطباعتها بأي برنامج معالجة نصوص عادي.

SAP2000

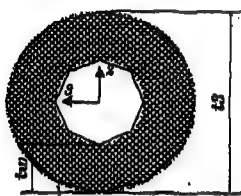
برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠



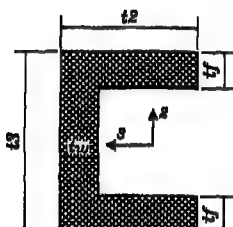
SH=R



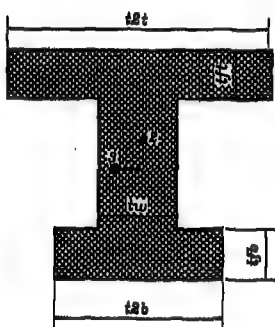
SH=B



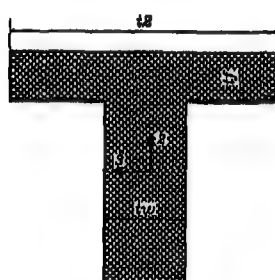
SH=P



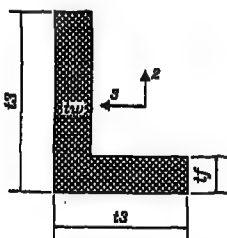
SH=C



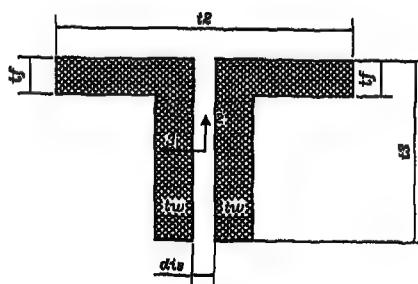
SH=I



SH=T



SH=L



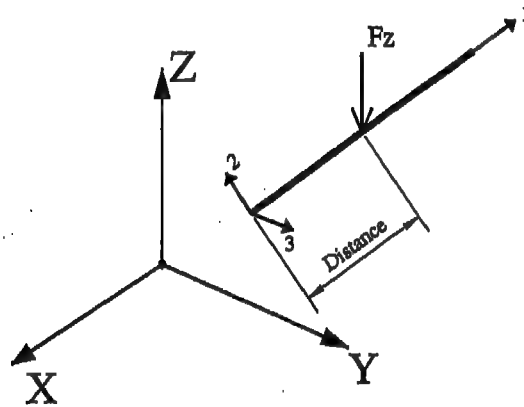
SH=2L

شكل (٨) القطاعات التي يتم حساب خواصها أوتوماتيكيا

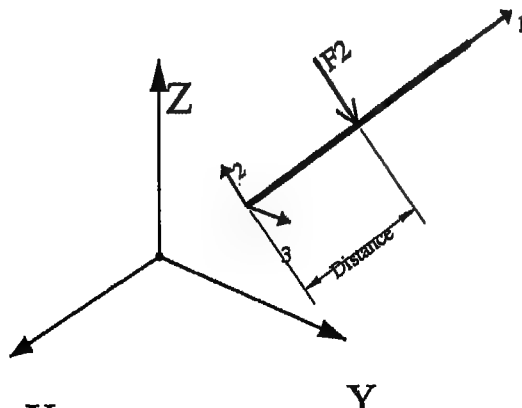
ويتم تحديد الأحمال المؤثرة على العناصر الإطارية سواء أكانت أحمال مركزة أو موزعة كما يلي:

٤ الأحمال المحورية والأحمال المركزة :

يتم تحديد الأحمال المحورية أو الأحمال المركزة (قوى أو عزوم) المؤثرة على العنصر الإطاري بتحديد قيمتها ونقطة تأثيرها مقاسة من نقطة البداية للعنصر بمسافة معينة أو نسبة من طول العنصر ثم تحديد اتجاهها محددًا بالنسبة للمحاور العامة أو المحاور المحلية للعنصر - شكل (١٠،٩).



شكل (٩) موضع قوة مركزة بالنسبة للمحاور العامة



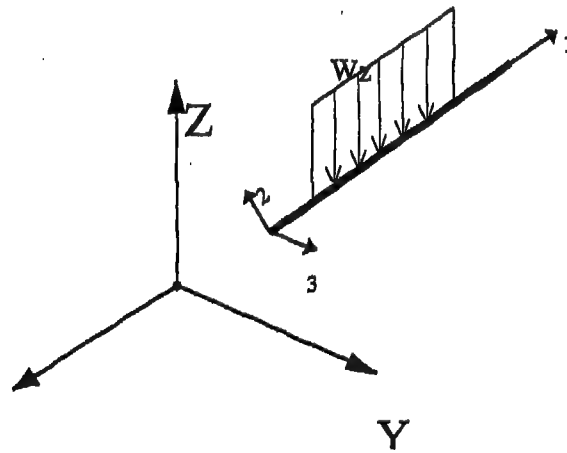
شكل (١٠) موضع قوة مركزة بالنسبة للمحاور المحلية

في الشكل السابق يتم تعريف القوة المركزة F_z بالنسبة للمحاور العامة بتحديد قيمتها واتجاهها بالنسبة للمحور Z (في هذه الحالة في الاتجاه السالب لمحور Z) وبعد نقطة تأثيرها عن نقطة بداية العنصر محددة بمسافة أو نسبة من طول العنصر.

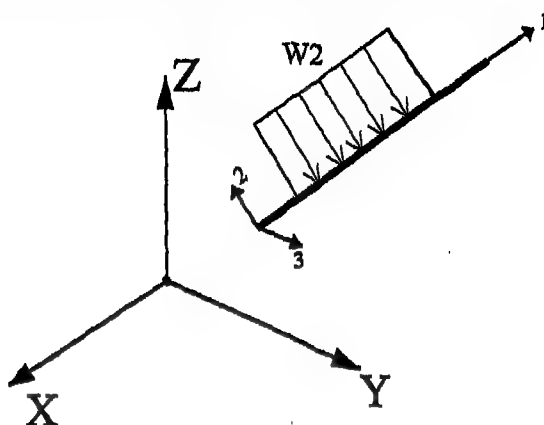
أما القوة المركزة F_2 يتم تعريفها بالنسبة للمحور المحلي ٢ وتؤثر في الاتجاه السالب للمحور.

◀ الأحمال الموزعة:

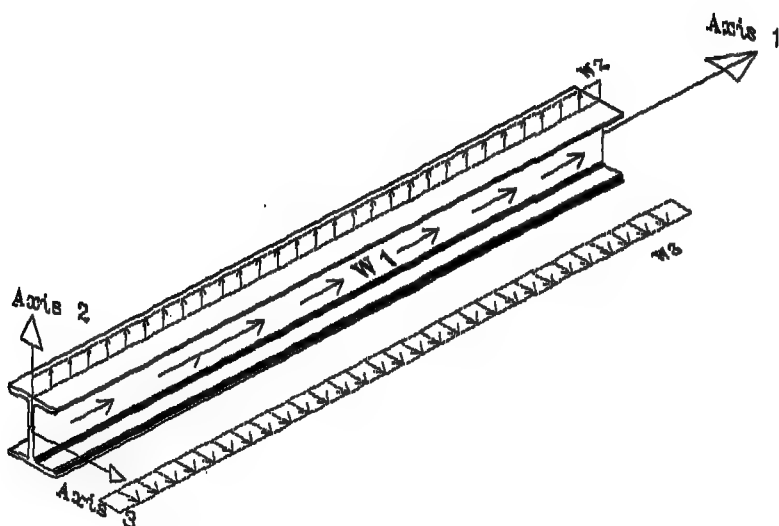
يمكن تمثيل الأحمال الموزعة خلال طول العنصر إضافة إلى وزنه النوعي كما بالشكل (١١) وتكون الأحمال الموزعة على كامل طول العنصر أو على جزء منه وهي إما قوى أو عزوم موزعة بانتظام أو متغيرة القيمة ويمكن تحديد اتجاهاتها بالنسبة للمحاور العامة أو المحاور المحلية للعنصر .



شكل (١١) حمل موزع منسب إلى المحاور العامة

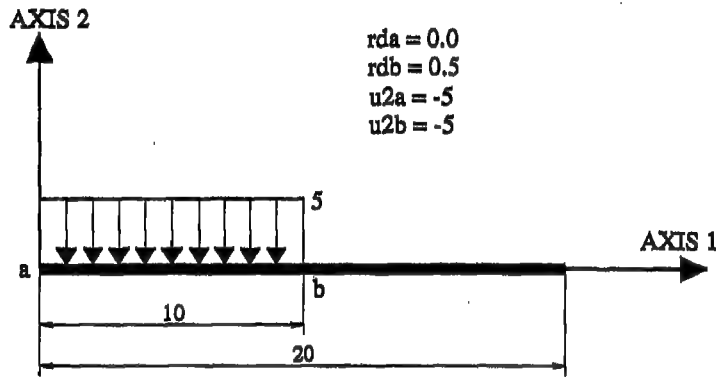


شكل (١٢) حمل موزع منسب إلى المحاور المحلية



شكل (١٣) أحمال موزعة منتظمة على عنصر إطاري

الشكل (١١) يمثل أحمال موزعة على عنصر في اتجاه المحاور العامة في الاتجاه السالب للمحور العام Z والشكل (١٢) يمثل شكل حمل موزع على عنصر نسبة للمحاور المحلية للعنصر - في الاتجاه السالب للمحور المحلي ٢ والشكل (١٣) يمثل الاتجاهات الموجبة للأحمال الموزعة على عنصر إبطاري بالنسبة لمحاوره المحلية والشكل (١٤) يمثل مجموعة من الأحمال غير المنتظمة على عنصر إبطاري .



شكل (١٤ أ) حمل على جزء من العنصر

حيث :

- rda النسبة بين بعد النقطة الأولى من البداية وطول العنصر .
- rdb النسبة بين بعد النقطة الثانية من البداية وطول العنصر .
- u2a قيمة الحمل عند النقطة الأولى a في اتجاه محور ٢ .
- u2b قيمة الحمل عند النقطة الثانية b في اتجاه محور ٢ .



فى شكل (١٤ ج) يتعرض العنصر لحمل مقسم إلى جزئين مختلفين فى القيمة فيتم التعامل مع كل جزء على حده وله نقطة بداية ونقطة نهاية.

◀ الأحمال الحرارية :

عندما يتم تعريض العنصر الإطاري لأحمال التغير فى درجات الحرارة تتولد استطالة محورية (Strain) وانحناءات بقيم تتناسب مع معامل التمدد الحراري لمادة العنصر وقيمة التغير فى درجة الحرارة، وذلك كما يلي:

- استطالة محورية Axial Strain بسبب التغير فى درجة الحرارة على
- كامل القطاع (t)
- انحناءات فى المستوى المحلي ١-٢ بسبب التغير فى درجة الحرارة فى اتجاه المحور المحلي ٢ (t2)
- انحناءات فى المستوى المحلي ١-٣ بسبب التغير فى درجة الحرارة فى اتجاه المحور المحلي ٣ (t3)

ملحوظة :

تدرج درجات الحرارة عبارة عن التغير فى الحرارة بالنسبة لوحدة الأطوال ويكون هذا التدرج موجبا إذا كان التغير بالزيادة فى الاتجاه الموجب للمحور المحلي الحادث فى اتجاهه هذا التغير، كما يكون سالبا إذا كان التغير بالزيادة فى الاتجاه السالب لهذا المحور.

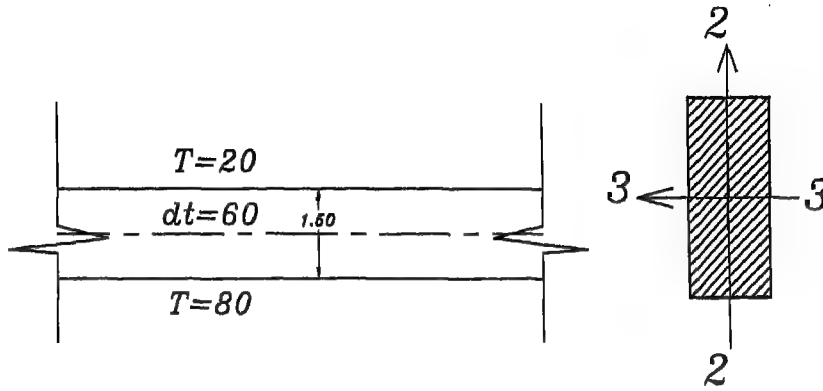
مثال :-

عنصر إطاري معرض لدرجة حرارة ٨٠ درجة من الداخل ودرجة حرارة ٢٠ درجة من الخارج فيكون مقدار التغير فى درجة الحرارة هو ٦٠ درجة شكل (١٥)، وباعتبار وحدة الأطوال هي المتر فيكون معدل تغير درجة الحرارة خلال العنصر هو

$$-60 / 1.50 = -40 \text{ degree / meter}$$

والإشارة السالبة لان معدل الزيادة عكس الاتجاه الموجب لمحور ٢،

والطول ١,٥ هو طول القطاع في اتجاه تغير درجة الحرارة. ومعدل التغير في اتجاه المحور المحلي ٣ يساوى صفر.



شكل (١٥) تغير الحرارة لعنصر إطاري في اتجاه محور ٢

٤. الأحمال الناتجة عن سبق الإجهاد Prestress .

ظهرت الحاجة لسبق الإجهاد عند وجود أحمال عالية جدا مع الحاجة لتقليل حجم القطاعات، مثل الأحمال التي تتعرض لها الكباري الخرسانية الضخمة، وكذلك لتقليل قيم الترخيم Deflection الحادثة لهذه القطاعات، وسبق الإجهاد يعتمد على دراسة الإجهادات المتوقعة حدوثها للعنصر، ومن ثم تسليحه بكابلات خاصة وبشكل معين ويتم التأثير عليها بإجهادات عكس المتوقعة حدوثها ومن ثم يمكن مضاعفة حجم الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها هذا القطاع.

وعند استخدام قطاعات معرضة لأحمال سبق الإجهاد خلال البرنامج يجب

الأخذ بالاعتبار الافتراضات التالية:

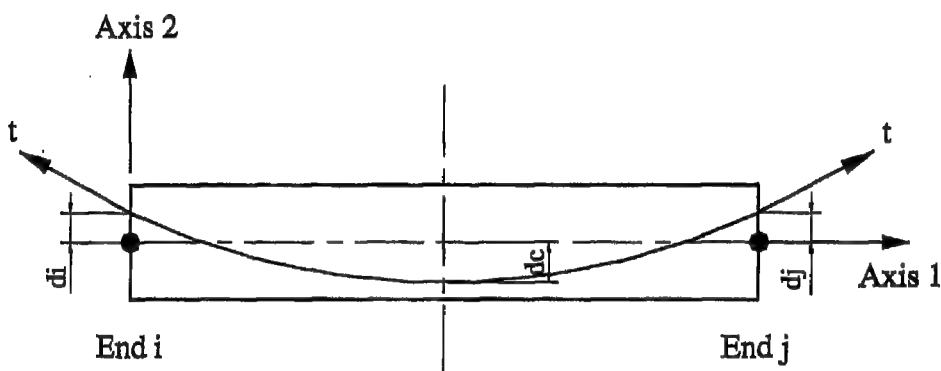
- ثبات قوى الشد في الكابل خلال طول العنصر وعدم تأثرها بانحناءات العنصر أثناء التحميل.

- يأخذ منحنى الكابل شكل البارابولا Parabolic Shape

- تطابق انحناءات الكابل مع انحناءات العنصر.

وينتج من استخدام كابلات سبق الإجهاد القوى والعزوم التالية:

- قوى شد عند نقطتي البداية والنهاية (i و j) للعنصر
- عزوم عند النقطتين (i و j) تتناسب مع القيم d_i و d_j على التوالي -شكل (١٦) .
- قوى قص عند النقطتين (i و j) تتناسب مع شكل الكابل عند النهايتين i و j على التوالي .
- حمل موزع على طول العنصر يتناسب مع إنحناء الكابل .



شكل (١٦) أحمال سبق الاجهاد لعنصر إطارى

ردود الأفعال الداخلية للعناصر الاطارية:

يتم التعامل مع ردود الأفعال الداخلية للعناصر والناجمة بسبب الأحمال المختلفة التي يتعرض لها العنصر من خلال المحاور المحلية للعنصر، وتشمل:

P القوة المحورية Axial Force

V2 قوى القص في المستوى ٢-١ Shear Force in the 1-2 Plane

V3 قوى القص في المستوى ٣-١ Shear Force in the 1-3 Plane

T اللي المحوري Axial Torque

M2 Bending Moment in the 1-3 Plane (about 2-axis)

العزوم في المستوى ٣-١ (أي العزوم حول محور ٢)

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

M3 Bending Moment in the 1-2 Plane (about 3-axis)

العزوم في المستوى ١-٢ (أي العزوم حول محور ٣)

والشكل (١٨) يبين الاتجاهات الموجبة لردود الأفعال الداخلية، ويتم استعراض قيم ردود الأفعال الداخلية من خلال المخرجات المجدولة لنتائج البرنامج بنفس الرموز السابقة وفيما يلي جزء من ملف المخرجات لردود الأفعال الداخلية لبعض العناصر الإطارية بمنشأ ما (شكل ١٧):

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 1 ===== LENGTH = 12.000000

LOAD 1 -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-9.73E-11	-1.00000E+3	7.35E-13	2.02612E+3	-1.35E-12	7.20000E+4
0.50000	-9.73E-11	-1.00000E+3	7.35E-13	2.02612E+3	3.06E-12	7.80000E+4
1.00000	-9.73E-11	-1.00000E+3	7.35E-13	2.02612E+3	7.47E-12	8.40000E+4

SPEC SPEC -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	126.377896	68.323489	0.972230	89.135262	1.878252	3.19034E+3
0.50000	126.377896	68.323489	0.972230	89.135262	3.955129	3.58275E+3
1.00000	126.377896	68.323489	0.972230	89.135262	9.788509	3.97870E+3

COMB BOTH ----- MAX

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	126.377896	-931.676511	0.972230	2.11526E+3	1.878252	7.51903E+4
0.50000	126.377896	-931.676511	0.972230	2.11526E+3	3.955129	8.15828E+4
1.00000	126.377896	-931.676511	0.972230	2.11526E+3	9.788509	8.79787E+4

COMB BOTH ----- MIN

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-126.377896	-1.06832E+3	-0.972230	1.93699E+3	-1.878252	6.88097E+4
0.50000	-126.377896	-1.06832E+3	-0.972230	1.93699E+3	-3.955129	7.44172E+4
1.00000	-126.377896	-1.06832E+3	-0.972230	1.93699E+3	-9.788509	8.00213E+4

ELEM 2 ===== LENGTH = 12.000000

LOAD 1 -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-9.73E-11	-1.00000E+3	-7.35E-13	-2.02612E+3	1.35E-12	7.20000E+4
0.50000	-9.73E-11	-1.00000E+3	-7.35E-13	-2.02612E+3	-3.06E-12	7.80000E+4
1.00000	-9.73E-11	-1.00000E+3	-7.35E-13	-2.02612E+3	-7.47E-12	8.40000E+4

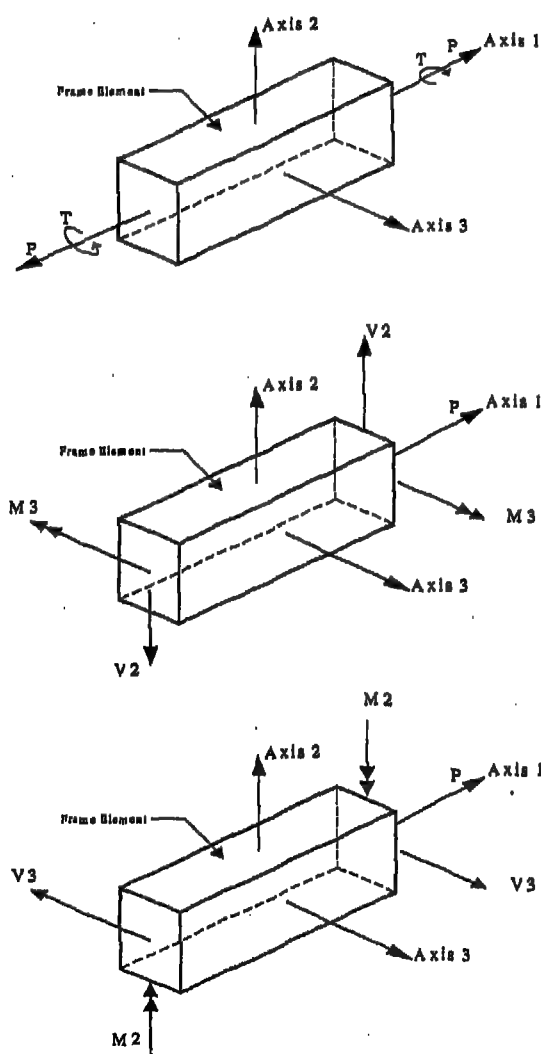
SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

SPEC SPEC

REL	DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	126.377896	68.323489	0.972230	89.135262	1.878252	3.19034E+3	
0.50000	126.377896	68.323489	0.972230	89.135262	3.955129	3.58275E+3	
1.00000	126.377896	68.323489	0.972230	89.135262	9.788509	3.97870E+3	

شكل (١٧) المخرجات المجدولة لبعض العناصر الإطارية



شكل (١٨) الاتجاهات الموجبة لردود الأفعال الداخلية

ونظرا لأن المستخدم عادة ما يمثل المنشأ بأبعاده المحورية CL-CL، وبالتالي يقوم البرنامج بتحليل المنشأ بناء على هذه الأبعاد، فإن هذا يؤدي إلى عدم دقة الحل للعناصر الإنشائية ذات القطاعات الكبيرة حيث تكون قيم ردود الأفعال الداخلية الفعلية أقل من تلك الناتجة حسابيا، لذا يتم أخذ ذلك في الاعتبار عن طريق متغير يسمى End Offset، حيث يأخذ البرنامج في الاعتبار أبعاد القطاعات المستخدمة ومدى التداخل Overlap بينها.

عند الرغبة في تحرير عنصر إطارى من العزوم عند نهاية معينة وكأنه مثبت مفصليا Hinged عند هذه النقطة، أو عند وجود عنصر جمالوني Truss Member داخل منشأ إطارى فيمكن تحقيق ذلك من خلال متغير يسمى End Release، حيث يتم ذلك بتحرير درجات الحرية المطلوبة فيتم إلغاء ردود الأفعال الداخلية المرتبطة بهذه الدرجات. مع مراعاة أن تحرير درجات الحرية يجب ألا يخل باستقرار المنشأ Structure Stability.

عند تحليل العناصر الإطارية يعطي البرنامج نتائج التحليل عند بداية ونهاية كل عنصر، وكذلك عند عدد اختياري من الأماكن توزع بالتساوي خلال طول العنصر.

عند تحديد مكان عنصر إطارى يتم تحديده بين نقطتين محددتين مسبقا ومعروفة الإحداثيات يتم اعتبارهما نقطتي البداية والنهاية للعنصر ويعرف بهما ويتم تمثيله بخط مستقيم يصل بينهما.

يتم تحديد المحاور المحلية للعنصر الإطاري (1,2,3) بحيث يكون المحور الأول (1) متجها خلال طول العنصر ممثلا محور العنصر واتجاهه الموجب من نقطة بداية العنصر إلى نقطة نهايته، وعليه يجب مراعاة ذلك عند تحديد نقط البداية والنهاية للعناصر، أما المحوران الآخران يتعامدان على محور العنصر وفي اتجاهات اختيارية يحددها المستخدم مع الحفاظ على العلاقة بينهما تبعا لقاعدة اليد اليمنى، ويمكن بسهولة اختيار الاتجاهات الافتراضية Default Orientation التي

يحددها البرنامج أو يتم تحديدها حسب رغبة المستخدم بطرق أخرى.

والاتجاهات الافتراضية للمحاور ٣،٢ يتم تحديدها بالعلاقة بين محور ١ المحلي ومحور Z العام كما يلي:

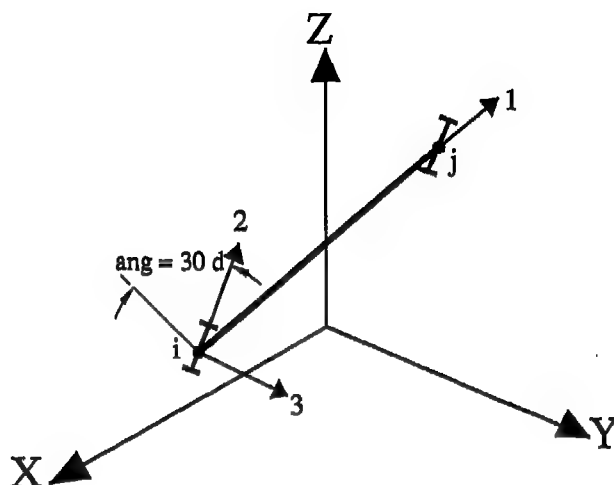
- المستوى المحلي ١-٢ يكون رأسيا (موازيا للمحور العام Z)
- يتم تحديد اتجاه المحور ٢ موازيا لاتجاه المحور Z إلا إذا كان العنصر رأسيا في هذه الحالة يتم تحديد اتجاه المحور ٢ أفقيا موازيا للاتجاه الموجب للمحور X.

- أما المحور رقم ٣ فيكون دائما أفقيا (واقعا في المستوى X-Y)
- يتم اعتبار العنصر رأسيا إذا كانت الزاوية بين المحور المحلي ١ والمحور العام Z أقل من ٠،٠٠١ ، ولأن الزاوية بين المحور المحلي ٢ والمحور الرأسى هي نفسها الزاوية بين المحور المحلي ١ والمستوى الأفقي فهذا يعني أن المحور المحلي ٢ يتجه رأسيا إلى أعلى للعناصر الأفقية.

وفي حالة إختلاف اتجاه العنصر عن الاتجاه الافتراضي يتم تحديد قيمة زاوية ang. تحدد زاوية دوران المحورين ٣،٢ حول المحور ١ مقاسة من الاتجاه الافتراضي، والقيمة الموجبة للزاوية تكون عكس اتجاه عقارب الساعة من الاتجاه الموجب للمحور المحلي ١.

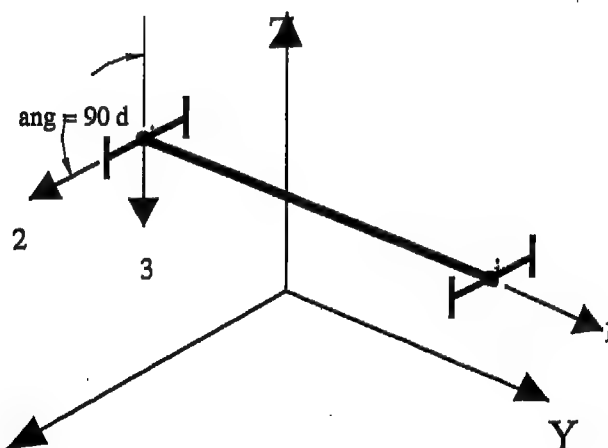
أما بالنسبة للعناصر الرأسية تكون هذه الزاوية مقاسة بين المحور المحلي ٢ والاتجاه الموجب للمحور العام X، وبطريقة أخرى فالزاوية ang. هي الزاوية بين المحور المحلي ٢ والمستوى الرأسى الواقع بع المحور المحلي ١.

والشكل (١٩) يوضح أوضاع المحاور الخاصة والعامة .



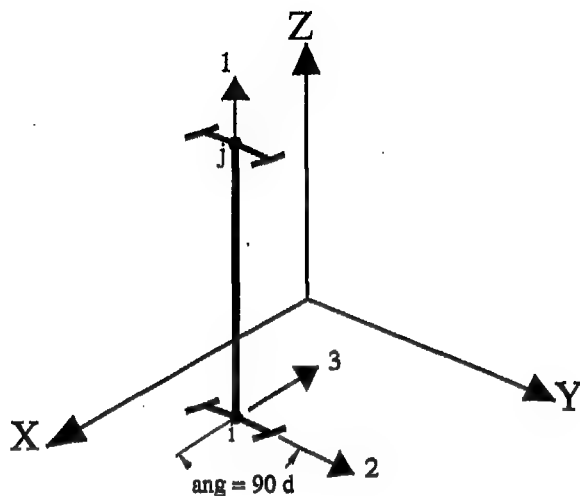
شكل (١١٩)

Local 1 Axis is Not Parallel to X , Y or Z Axis
Local 2 Axis is Rotated 30 degree from Z-1 Plane



شكل (١٩ ب)

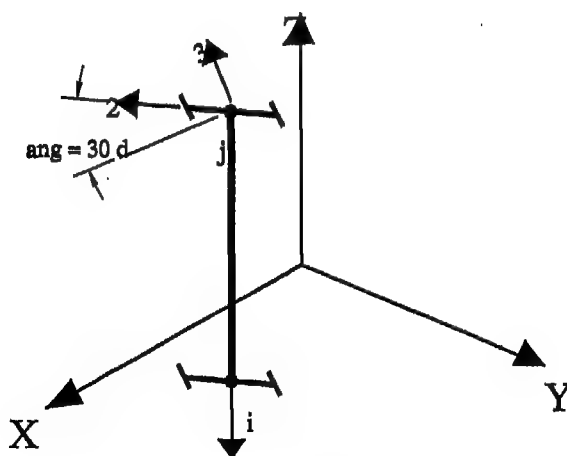
Local 1 Axis is Parallel to + Y
Local 2 Axis is Rotated 90 degree from Z-1 Plane



شكل (١٩ ج)

Local 1 Axis is Parallel to +Z

Local 2 Axis is Rotated 90 degree from X-1 Plane



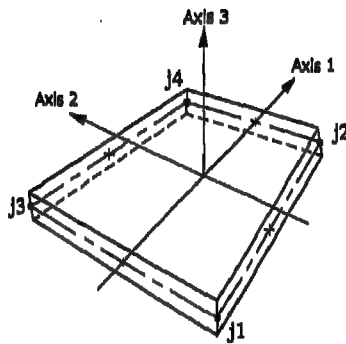
شكل (١٩ د)

Local 1 Axis is Parallel to -Z

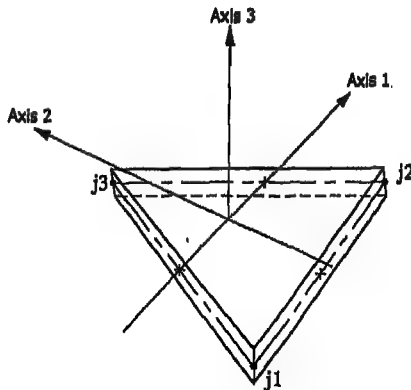
Local 2 Axis is Rotated 30 degree from X-1 Plane

١ - ٧ - العناصر القشرية Shell Elements

العناصر القشرية هي الأجزاء المسطحة من المنشآت والتي يكون أحد أبعادها صغير جدا (السبك) بالنسبة للبعدين الآخرين (الطول والعرض) ومثال ذلك البلاطات الخرسانية والقباب والأغشية الإنشائية وما شابهها .
والعناصر القشرية قد تكون رباعية أو ثلاثية الشكل، ويتم تحديد موقع العنصر القشري عن طريق إحداثيات النقاط المحددة لأركان العنصر، كما يتم تحديد اتجاه المحاور المحلية للعنصر كما يلي:



عنصر قشري رباعي
يتكون من ٦ أوجه



عنصر قشري ثلاثي
يتكون من ٥ أوجه

شكل (٢٠) المحاور المحلية للعناصر القشرية

- المحور المحلي رقم ١ يقع في الاتجاه من منتصف المسافة بين النقطتين J1 و J3 إلى منتصف المسافة بين النقطتين J2 و J4 والمحور ٢ يكون عموديا على المحور ١ في مستوى العنصر والمحور ٣ يكون دائما عموديا على مستوى العنصر (المستوى ١ - ٢)
- عند اختيار شكل العناصر القشرية يجب مراعاة ما يلي:

- الزاوية الداخلية لأي ركن لا تزيد عن ١٨٠ درجة، ويفضل أن تتراوح قيمتها من ٤٥ إلى ١٣٥ درجة والحالة الأفضل عندما تقترب الزاوية من ٩٠ درجة .
- نسبة الاستطالة للعنصر يجب أن تكون أقل ما يمكن، ونسبة الاستطالة للعنصر الثلاثي هي النسبة بين أطول ضلع وأقصر ضلع ونسبة الاستطالة للعناصر الرباعية هي النسبة بين أطول مسافة بين منتصفين ضلعين متقابلين وأقصر مسافة بين منتصفين الضلعين الآخرين، ونسبة الاستطالة المثالية هي التي تقترب من الواحد الصحيح.
- لا يشترط أن تكون جميع نقاط العنصر الرباعي في مستوى واحد.

• سلوك العناصر القشرية :

يتم تقسيم قطاعات العناصر القشرية من حيث السلوك إلى ثلاثة أنواع:

□ العنصر الغشائي Membrane Element :

وهو العنصر الذي يسلك السلوك الغشائي من حيث مقاومة الأحمال والإستطالة. وهو السلوك الغشائي Membrane Behavior هو سلوك يتيح للعنصر جساءة Stiffness تقاوم الإزاحة في مستوى العنصر إضافة إلى جساءة تقاوم الدوران في اتجاه عمودي على مستوى العنصر. وهذا لا ينطبق

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

على البلاطات أو القباب الخرسانية المعتادة ولكن ينطبق على منشآت من مواد خاصة تتيح لها الاستطالة في اتجاهات واقعة في مستواها كالأغشية الإنشائية **Structural Membranes**.

□ العنصر المقاوم للعزوم **Plate Bending Element** :

وهو العنصر التقليدي الذي يسلك سلوك البلاطات المستوية المقاومة للعزوم في مستويات عمودية على مستوى العنصر **Plate Bending Behavior** ، وهو سلوك يتيح للعنصر جساءة تقاوم العزوم في اتجاهين خارج مستوى العنصر وجساءة تقاوم الإزاحة في اتجاه عمودي على مستوى العنصر، وبالتالي فهذه العناصر تكون الإزاحات الحاصلة بها عبارة عن دوران في اتجاهين خارج مستوى العنصر وإزاحة في اتجاه عمودي على العنصر، وهذا ما يناسب تماماً سلوك البلاطات الخرسانية المعتادة بأنواعها.

□ العنصر القشري **Shell Element** :

وهو العنصر القشري الذي يسلك سلوكاً يجمع بين الحالتين السابقتين من حيث مقاومته للعزوم العمودية على مستواه إضافة إلى الأحمال المؤثرة في مستوى العنصر.

• درجات الحرية للعناصر القشرية .

جميع نقاط العنصر القشري يسمح لها بالحركة في الاتجاهات الفراغية الستة ($U_x, U_y, U_z, R_x, R_y, R_z$) عدا نقاط الارتكاز فيتم تقييد بعض اتجاهات الحركة بالصورة التي تكفي لاستقرار المنشأ.

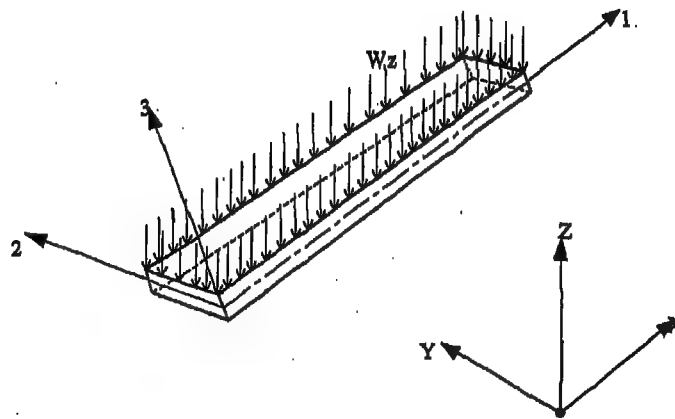
• الأحمال التي يتعرض لها العنصر القشري .

١ - الحمل الذاتي للعناصر Self Weight

وهو ما يساوي وزن المنشأ النوعي مضروباً في سمك العنصر في المعامل المناسب .

٢ - الحمل الموزع Uniform Load

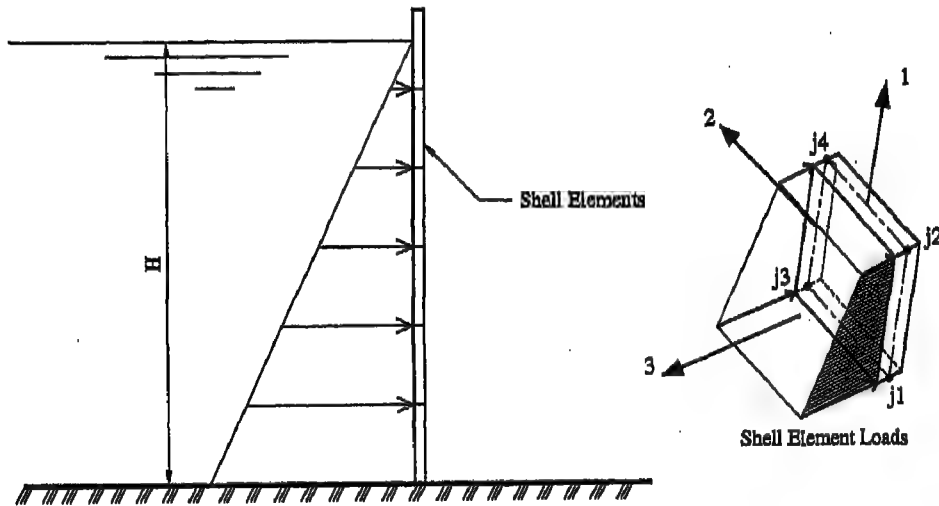
الحمل الموزع هو الحمل الموزع المؤثر على سطح العنصر كوحدة قوة على وحدة مساحة في اتجاه المحاور العامة أو المحاور المحلية للعنصر .



شكل (٢١) شريحة في عنصر قشري معرض لحمل موزع منتظم في الاتجاه السالب للمحور العام Z

٣ - قوى الضغط Pressure Loads

هي أحمال الضغط على الأسطح الخارجية للعنصر وتؤثر على أي سطح من الأسطح الستة في العنصر الرباعي أو الأسطح الخمسة في العنصر الثلاثي وتكون دائماً عمودية على السطح المؤثرة عليه والاتجاه الموجب للضغط يكون مع اتجاه المحاور المحلية للعنصر (إلى داخل العنصر) .
ويمكن عن طريق قوى الضغط تعريف أشكال قوى موزعة غير منتظمة على العناصر وتعريف ضغوط هيدروليكية على المنشأ .



شكل (٢٢) أحمال ضغط على عنصر قشري في الاتجاه السالب للمحور ٣

٤ - أحمال الحرارة Temperature Load

عند تعرض المنشأ لأحمال حرارية فإن ذلك يسبب استطالة لعناصر المنشأ تتناسب مع مقدار التغير في درجة الحرارة ومعامل التمدد الحراري لمادة العنصر .

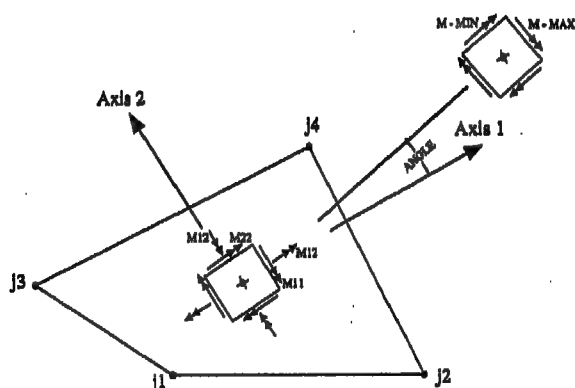
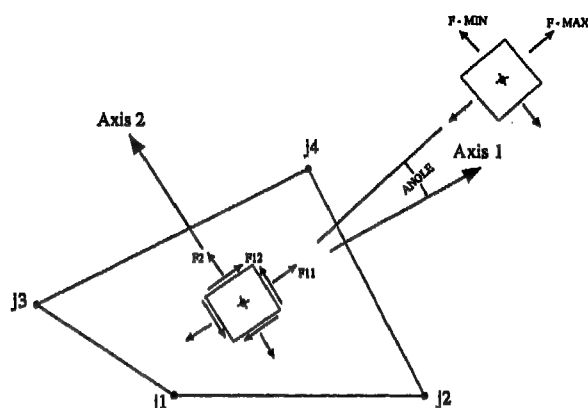
ودرجة الحرارة إما ان تؤثر بقيمة ثابتة t على كامل القطاع وتسبب إستطالات محورية، أو تغير في درجة الحرارة خلال سمك العنصر ما بين درجة حرارة معينة تؤثر على قطاع العنصر من الخارج ودرجة أخرى أقل أو أكبر تؤثر على قطاع العنصر من الداخل.

• القوى الداخلية والاجهادات للعناصر القشرية

عند تحليل العناصر القشرية تحت تأثير أحمال معينة تتولد ردود أفعال داخلية متعددة هي:

- القوى المحورية في اتجاه المحور المحلى ١ ويرمز لها بالاسم F1
- القوى المحورية في اتجاه المحور المحلى ٢ ويرمز لها بالاسم F2
- قوى القص في المستوى ١ - ٢ ويرمز لها بالاسم F12
- العزوم حول المحور المحلى ١ ويرمز لها بالاسم M11
- العزوم حول المحور المحلى ٢ ويرمز لها بالاسم M22
- عزوم اللي ويرمز لها بالاسم M12
- قوى القص في المستوى ١ - ٣ ويرمز لها بالاسم V13
- قوى القص في المستوى ٢ - ٣ ويرمز لها بالاسم V23

والشكل (٢٣) يمثل شكل ردود الأفعال الداخلية للعنصر القشري، والشكل (٢٤) يوضح شكل المخرجات المجدولة التي تعرض هذه النتائج.



شكل (٢٣) القوى الداخلية للعنصر القشري

S H E L L E L E M E N T I N T E R N A L F O R C E S & S T R E S S E S

ELEM 1 ===== TYPE = SHELL

LOAD 1 -----

JOINT	F11	F22	F12	F-MAX	F-MIN	ANGLE
10	-1.63E-11	-1.22E-13	1.38E-13	-1.20E-13	-1.63E-11	89.511243
31	-1.62E-11	1.53E-13	1.38E-13	1.54E-13	-1.62E-11	89.517398
25	-1.63E-11	-1.22E-13	-1.38E-13	-1.21E-13	-1.63E-11	-89.511244
32	-1.62E-11	1.53E-13	-1.38E-13	1.54E-13	-1.62E-11	-89.517399

JOINT	M11	M22	M12	M-MAX	M-MIN	ANGLE
10	-8000.000	10.370186	-117.222361	12.085230	-8001.715	-89.161783

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

31	-10000.000	96.481989	-117.222361	97.842783	-10001.361	-89.334903
25	-8000.010	10.370617	117.221187	12.085625	-8001.725	89.161792
32	-9999.990	96.481558	117.221187	97.842326	-10001.351	89.334909
JOINT V13 V23 V-MAX ANGLE						
10	-147.129704	3.59E-05		147.129704		179.999986
31	-147.129704	-3.59E-05		147.129704		-179.999986
25	-147.128035	3.59E-05		147.128035		179.999986
32	-147.128035	-3.59E-05		147.128035		-179.999986
JOINT S11-TOP S22-TOP S12-TOP S-TOP-MAX S-TOP-MIN ANGLE						
10	333.333333	-0.432091	4.884265	333.404794	-0.503551	0.838217
31	416.666667	-4.020083	4.884265	416.723366	-4.076783	0.665097
25	333.333751	-0.432109	-4.884216	333.405209	-0.503568	-0.838208
32	416.666249	-4.020065	-4.884216	416.722948	-4.076764	-0.665091
JOINT S11-BOT S22-BOT S12-BOT S-BOT-MAX S-BOT-MIN ANGLE						
10	-333.333333	0.432091	-4.884265	0.503551	-333.404794	-89.161783
31	-416.666667	4.020083	-4.884265	4.076783	-416.723366	-89.334903
25	-333.333751	0.432109	-4.884216	0.503568	-333.405209	89.161792
32	-416.666249	4.020065	-4.884216	4.076764	-416.722948	89.334909
JOINT S13-AVG S23-AVG S-AVG-MAX ANGLE						
10	-12.260809	2.99E-06		12.260809		179.999986
31	-12.260809	-2.99E-06		12.260809		-179.999986
25	-12.260670	2.99E-06		12.260670		179.999986
32	-12.260670	-2.99E-06		12.260670		-179.999986

ELEM 3 ===== TYPE = MEMBRANE

LOAD 1 -----

JOINT	F11	F22	F12	F-MAX	F-MIN	ANGLE
4	1824.191	279.849372	-79.513613	1828.274	275.766246	-2.939630
5	1790.814	146.341527	-43.335783	1791.955	145.200317	-1.508485
9	-46.975988	-187.937212	-104.469157	8.564515	-243.477715	-27.997121
10	-80.351616	-321.443470	-68.289377	-62.352389	-339.442697	-14.765796
JOINT S11-TOP S22-TOP S12-TOP S-TOP-MAX S-TOP-MIN ANGLE						
4	304.031827	46.641562	-13.252269	304.712348	45.961041	-2.939630
5	298.469000	24.390255	-7.222631	298.659202	24.200053	-1.508485
9	-7.829331	-31.322869	-17.411526	1.427419	-40.579619	-27.997121
10	-13.391936	-53.573912	-11.381563	-10.392065	-56.573783	-14.765796

شكل (٢٤)

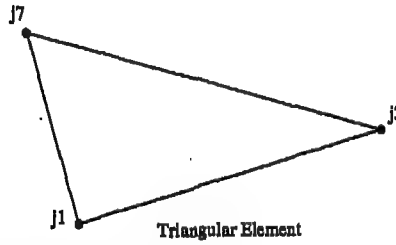
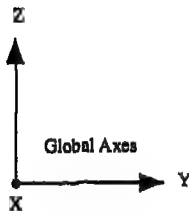
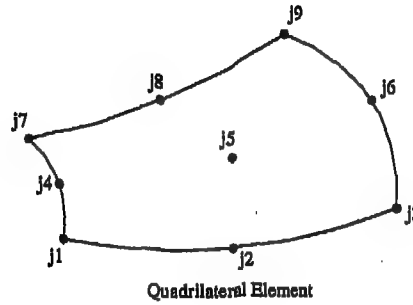
٨-١ - العناصر الخاصة Asolid & Plane Element

هناك عناصر خاصة جدا يستخدمها الباحثون بمجالات الهندسة المدنية لتمثيل منشآت ذات طبيعة خاصة لم يتم التطرق لها تفصيليا بهذا الكتاب، منها عناصر

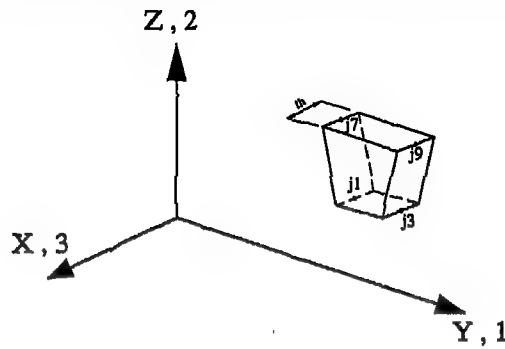
SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

مستوية ذات إجهادات في مستواها فقط **Plane Stress Structures** ، وعناصر
مستوية ذات استطالة في مستواها فقط **Plane Strain Structures** ، وعناصر تمثل
الكتل المصمتة المتماثلة حول محور **Axisymmetric Solids** .
وهذه العناصر تكون ثنائية الأبعاد ويحددها عدد من النقاط من ثلاثة إلى
تسعة نقاط وتوازي أحد المستويات العامة ($X - Y$ أو $Y - Z$ أو $Z - X$) .

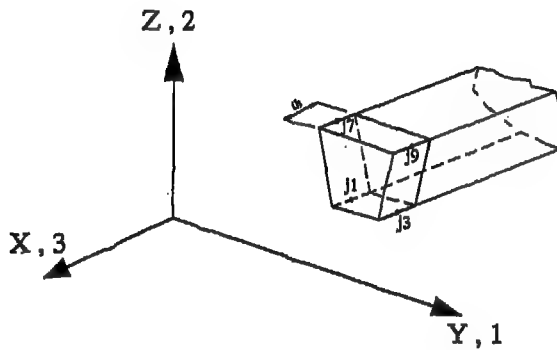


شكل (٢٥) العناصر المستوية



Plane Strain

$$\epsilon_{33} = 0$$



Plane

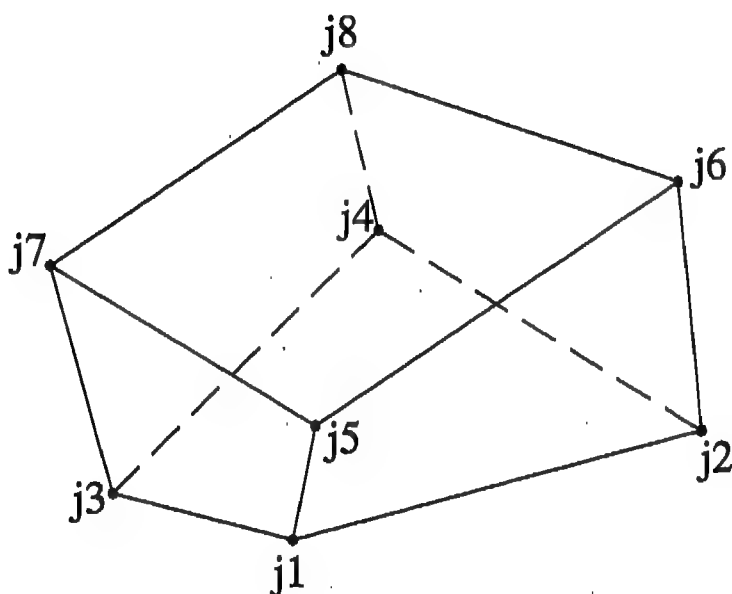
$$\sigma_{33} = 0$$

Stress

شكل (٢٦) العناصر المصمتة المتماثلة حول محور

٩-١ - عناصر تمثيل الكتل المصمتة Solid Elements:

هناك منشآت تتكون من أجزاء ذات أبعاد متقاربة نسبيا فلا يمكن تصنيفها كعناصر إطارية أو عناصر قشرية وذلك لتقارب أبعادها الثلاثة (الطول والعرض والعمق).



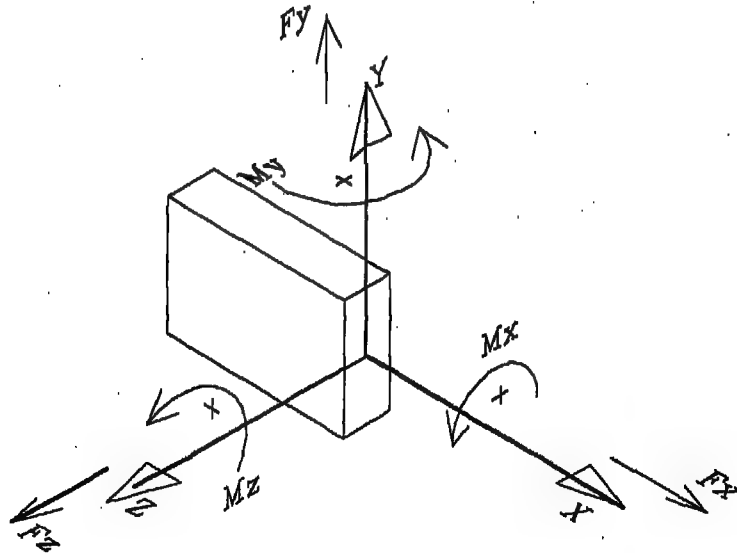
شكل (٢٧) Solid Element

ونظرا لتقارب أبعاد هذه العناصر فإنه لا يحدث لها إستطالة نسبية أو إنثناءات وبالتالي لا يحدث لهذه العناصر أية دورانات حول المحاور ولكن يحدث لها إزاحة فقط لكامل كتلتها في الاتجاهات الثلاثة . ويساعد ذلك في تمثيل بعض المنشآت التي لا تحمل عزوما كالحوائط الحاملة والسدود الحجرية أو الخرسانية.

وكما سبق الحديث فالعنصر الإطاري يتم تحديده بطول معين وقطاع ونقطتين (نقطة البداية ونقطة النهاية)، مع تحديد خواص القطاع، أما الجزء القشري فيتم تحديده بأربعة نقاط (نقاط الأركان الأربعة) مع تحديد السمك والخواص، أما عندما تتقارب الأطوال فالكتلة الناتجة تكون ذات طول وعرض وارتفاع وتحتاج الى ثمانية نقاط لتحديداتها (الأركان الثمانية) شكل (26) .

١٠-١ - تحديد الأحمال المؤثرة على المنشآت :

عند دراسة الأحمال المؤثرة على المنشأ يتم تقسيمها إلى أحمال تؤثر على النقاط Joint Loads وأحمال مركزة أو موزعة تؤثر على العناصر الإطارية، وأحمال موزعة تؤثر على العناصر القشرية، ويتم بعد ذلك تحديد قيم واتجاهات هذه الأحمال.



شكل (٢٨) الاتجاهات الموجبة للأحمال والعزوم المركزة

يتم أخذ وزن المنشأ النوعي في الاعتبار مع حالة الأحمال الميتة أو أي حالة أخرى بقيمته الفعلية أو بضربها في معامل معين حسب الحاجة. أما الأحمال المركزة على العناصر الإطارية سواء أكانت قوى أو عزوم فيمكن توصيفها طبقاً للمحاور المحلية للعنصر أو المحاور العامة، ويتم تحديد مكان تأثير الحمل المركز بمسافة معينة من نقطة بداية العنصر، وبالطبع لا تزيد هذه المسافة عن طول العنصر. ويمكن توقيع أي عدد من الأحمال المركزة. والأحمال الموزعة على طول العنصر الإطاري أو جزء منه يمكن أن تكون منتظمة أو متغيرة القيمة ويتم تحديد اتجاهات هذه الأحمال بالنسبة للمحاور العامة أو المحلية.

١١-١ الإزاحات DISPLACEMENTS

من الممكن وضع إزاحة أو دوران استاتيكي عند أي نقطة في المنشأ لمعرفة تأثيرها على المنشأ، وذلك بشرط عدم وضعها في اتجاه مقيد الحركة مسبقاً. ويمكن بالطبع وضع أحمال وإزاحات معا في نفس الموديل ولنفس حالة التحميل ولكن لا يجب وضع إزاحة محددة في نفس الاتجاه الموضوع به حمل معين في نفس حالة التحميل ولكن يتم عمل حالات تحميل مستقلة لكل حالة، وذلك لأن مقدار الإزاحة يتناسب مع مقدار الحمل المؤثر في نفس الاتجاه.

١٢-١ - أحمال سبق الإجهاد PRESTRESS Loads

يمكن تعريض الأجزاء الإطارية Frame Elements من المنشأ لأحمال سبق الإجهاد نتيجة وجود كابلات سبق إجهاد. ويتم أخذ هذه الأحمال في الاعتبار بعد ضربها في معاملات يتم تحديدها للبرنامج وتم توضيح ذلك بالتفصيل في بند

١٤-١ - تأثير الإزاحات بسبب الأحمال P-DELTA Analysis

عند وجود قوى محورية مؤثرة بقيم كبيرة **Large axial forces** فإن قيم الإستطالة الناتجة تكون كبيرة إلى حد يؤثر على الجساءة **Stiffness** الفعلية للعنصر الإطاري، وعند وجود مثل هذه الأحمال المحورية العالية وضرورة حساب تأثيرها على المنشأ يتم تحليل المنشأ وإيجاد قيمة الإستطالة بسبب هذه الأحمال وإعادة تحليل المنشأ عدة مرات مع تعديل قيمة ما يسمى بالجساءة العرضية المقاومة للعزوم **Transverse Bending Stiffness** وحساب الجساءة الفعلية **Effective stiffness** واستخدامها في باقي مراحل التحليل الإنشائي للمنشأ ويظهر تأثير ذلك في الأحمال الديناميكية خاصة.

والتحليل بهذا الأسلوب يعد تحليلاً معقداً ويستغرق وقتاً طويلاً جداً ويفضل عدم استخدامه إلا للضرورة القصوى مع عمل تحليل أولي للمنشأ بدونه للتأكد من صحة البيانات ومراجعة النتائج الأولية قبل بدأ سلسلة التحليل عدة مرات.

يقوم البرنامج عند استخدام هذه الطريقة بعمل تحليل أولي إستاتيكي خطي **Standard Linear Static Analysis** ثم يبدأ بعد ذلك بإجراء عدد محدد من المحاولات وفي كل محاولة يتم تعديل قيم مصفوفة الجساءة للمنشأ وينتهي التحليل عند عمل العدد المحدد من محاولات الحل أو وصول الفرق في قيم الإزاحة بين محاولة وأخرى إلى قيمة السماح المحددة، عند ذلك تنتهي مهمة التحليل للمنشأ.

وعند تحديد عدد مرات المحاولة بـ صفر فإن ذلك يعنى عدم الالتفات إلى تأثير هذا المعامل، أما عند تحديد قيمة السماح في الإزاحة بصفر فلا بد من تكرار جميع محاولات الحل.

١٥-١ - تجميع حالات التحميل Load Combinations :

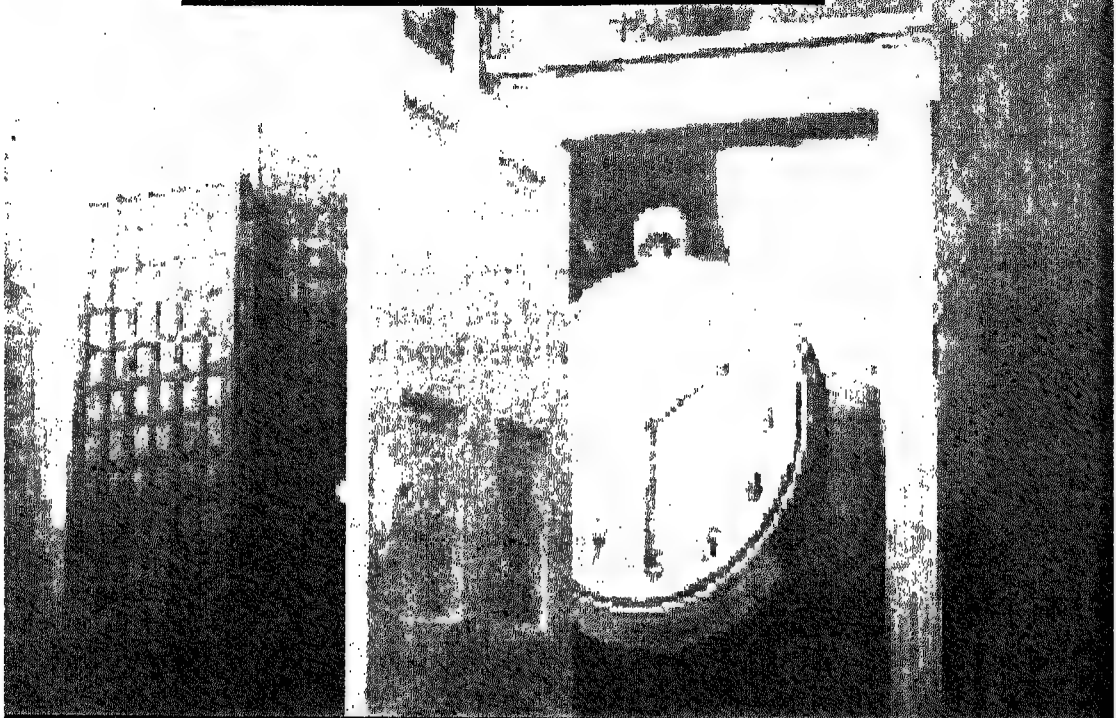
يقوم البرنامج بعمل تجميع خطي لحالات التحميل المختلفة السابق تعريفها
 Linear Combinations of the pre-defined loads وذلك لإيجاد أقصى
 قيم للازاحات وردود الأفعال والقوى الداخلية أو الإجهادات للعناصر.

١٦-١ تحديد الحدود القصوى لردود الأفعال الداخلية:

في حالات التحليل الإنشائي للمنشآت الهامة كالكباري يمكن للبرنامج تحديد
 غلاف لأقصى قيم للقوى الداخلية لعناصر المنشأ Envelope Combinations
 وذلك بتجميع حالات التحميل الإستاتيكية الأساسية وكذلك حالة التحميل الديناميكي
 وذلك للأحمال المتحركة والمستخدمة في التحليل الإنشائي للكباري، ويمكن
 استخدامه أيضا في حالات التحميل العادية بدون أحمال متحركة.

ويمكن كذلك عمل أكثر من غلاف للقوى القصوى وعند ذلك يتم حساب ما
 يسمى بالغلاف الإجمالي لهذه المجموعة Total Envelope ، ويتم في هذه الحالة
 إخراج القوى القصوى الموجبة والسالبة للأجزاء الإطارية.

الفصل الثالث



مهارات التعامل مع SAP 2000

SAP2000

١-١ - تعريف مختصر

برنامج ساب ٢٠٠٠ هو برنامج تحليل إنشائي إستاتيكي وديناميكي ثلاثي الأبعاد بطريقة العناصر المحدودة وتصميم إنشائي للمنشآت الخرسانية والمعدنية.
Three Dimensional Static and Dynamic Finite Element Analysis and Design of Concrete and Steel Structures.

٢-١ - نظرة عامة

يعد برنامج ساب ٢٠٠٠ من أقوى وأكثر برامج التحليل الإنشائي دقة وتخصصاً ومع ذلك فهذا الإصدار يمكنك من التعامل مع البرنامج بغاية السهولة واليسر من خلال بيئة النوافذ، حيث يعد هذا الإصدار هو الإصدار الأول المتوافق تماماً مع بيئة النوافذ، حيث يتم من خلال واجهة التطبيق البيانية تمثيل المنشأ والتحليل والتصميم وإستعراض النتائج بيانياً.
 يتيح الإصدار القياسي من البرنامج للمستخدم إستخدام العناصر التالية لتمثيل المنشأ:

- عنصر إطاري 2D & 3D Beam & Truss Element لتمثيل الكمرات والأعمدة والجمالونات Trusses .
- عنصر قشري 3D Shell Element لتمثيل البلاطات المسطحة والقباب والأغشية الإنشائية Structural Membranes .
- عنصر تمثيل اليايات (الزنبرك) Spring Element لتمثيل اليايات ونقاط الارتكاز المرتكزة على الأرض.

كما يتيح الإصدار القياسي طرق التحليل الإستاتيكي والديناميكي بطريقة
 Dynamic Response Spectrum Analysis مع إمكانية إضافة التحليل
 بطريقة الـ P-delta Analysis لكلا الطريقتين الإستاتيكية والميكانيكية.

وبعد إدخال بيانات المنشأ وتحليله يمكن استعراض النتائج والمخرجات
 بيانيا وذلك باستعراض الشكل الفراغي للمنشأ قبل التحميل وبعد التحميل وأشكال
 التحميل والقوى الداخلية كالعزوم وقوى القص والقوى المحورية كما يمكن تمثيل
 الإجهادات الداخلية إضافة إلى المخرجات المجدولة التي يمكن استعراضها
 وطباعتها بطرق متعددة.

يلي ذلك إمكانية عمل التصميم الإنشائي للمنشأ سواء للمنشآت الخرسانية
 أو المعدنية تحت تأثير الأحمال الإستاتيكية أو الديناميكية مع عرض بيانات
 تفصيلية للتصميم على الشاشة طبقا لأكواد التصميم العالمية مثل: AISC, ACI,
 BS,...

كما تتيح الإصدارات الأخرى من البرنامج إمكانيات إضافية أخرى كما
 سبق التوضيح بالمقدمة.

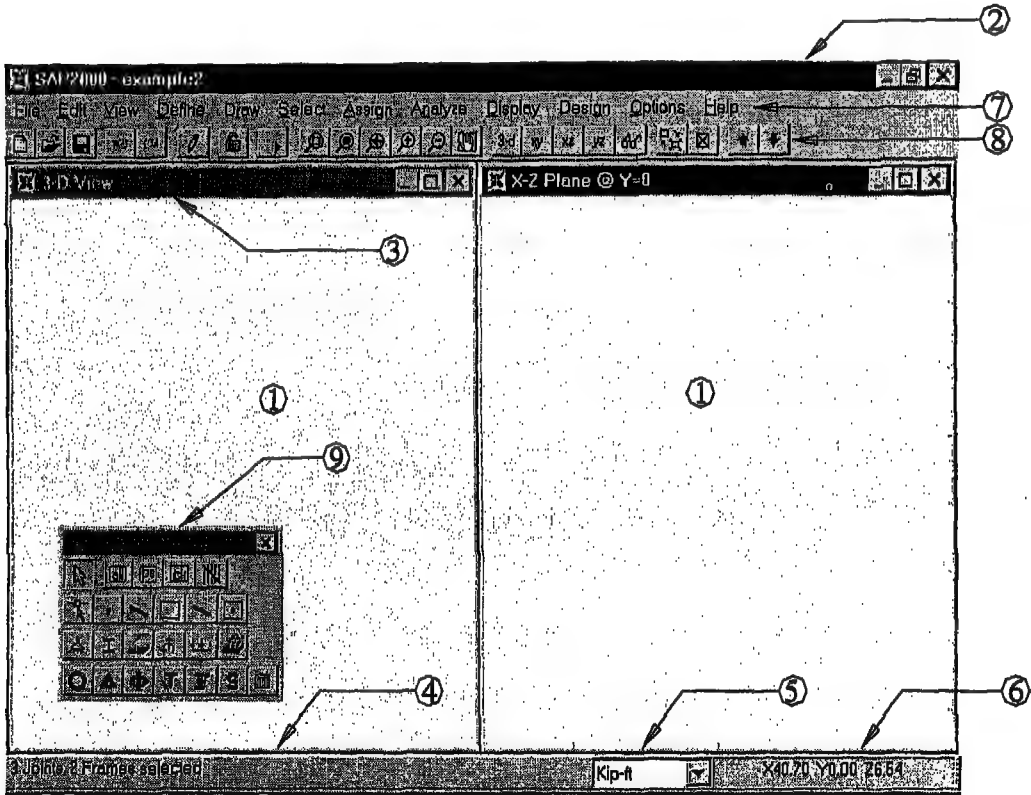
والجدير بالتوضيح لمستخدمي ساب ٩٠ (الإصدار ٥,٤، ٥,٥) أنه يمكن
 بسهولة تحويل الملفات المعدة بساب ٩٠ إلى ساب ٢٠٠٠ - عدا تحليل تأثير إنتقال
 الحرارة Heat Transfer Analysis فغير متوفر على ساب ٢٠٠٠ حاليا- ومن ثم
 التعامل معها بالتعديل والتحليل والتصميم، ولكن يجب على أية حال التأكد تماما
 من أن المنشأ المحول إلى ساب ٢٠٠٠ هو نفسه تماما المنشأ المقصود بنفس
 حالات التحميل ومواصفات المنشأ السابق إعدادة من خلال ساب ٩٠.

عند تحويل ملف من ساب ٩٠ إلى ساب ٢٠٠٠ يسأل البرنامج عن
 الوحدات المستخدمة وكذلك الاتجاه الرأسي للمنشأ.

١-٣ واجهة التطبيق البيانية (GUI) The Graphical User Interface

واجهة التطبيق البيانية لبرنامج ساب ٢٠٠٠ هي نافذة التعامل مع البرنامج ومن خلالها يتم تمثيل المنشأ وتحليله إنشائياً وتصميمه وإستعراض المنشأ بعد التحليل والتصميم وتعديل ما يلزم، وسنقوم فيما يلي باستعراض واجهة التطبيق البيانية للبرنامج وكيفية التعامل معها.

عند تشغيل البرنامج وبداية العمل بمنشأ معين تظهر شاشة البرنامج الرئيسية كما بالشكل التالي:



شكل (٢٩) الشاشة الرئيسية

وهذه الشاشة يمكن التعامل معها كأى من شاشات النوافذ المعتادة من حيث

التصغير والتكبير أو إغلاقها، ومكونات الشاشة الظاهرة بالرسم يتم توضيح مكوناتها فيما يلي حسب الأرقام الموضحة على الرسم:

١ - نافذة العرض Display Window :

تستخدم نافذة العرض لعرض الشكل الهندسي للمنشأ أثناء مراحل التمثيل والتحليل والتصميم، ويمكن تقسيم شاشة العرض من جزء واحد حتى أربعة أجزاء ويتم في كل جزء إستعراض شكل المنشأ من عدة إتجاهات رؤية للتمكن من الحصول على أفضل رؤية لمكونات المنشأ عن طريق أيقونات تحديد إتجاهات الرؤية :



كذلك يمكن إستخدام كل شاشة على حدة لعرض حالات تحميل المنشأ والإزاحات وأرقام العناصر حسب الحاجة، فعلى سبيل المثال يمكن إستخدام شاشة لعرض المنشأ قبل التحميل وأخرى لعرض الأحمال وأخرى لعرض شكل الإزاحات والرابعة لعرض الإجهادات الداخلية للمنشأ في نفس الوقت.

كما انه يمكن بالطبع عرض شكل المنشأ من أربع وجهات نظر مختلفة في نفس الوقت على الشاشات الأربعة، ولكن في كل الأحوال تبقى شاشة واحدة فقط هي الشاشة الفعالة التي يتم التعامل من خلالها مع البرنامج.

٢ - شريط العنوان الرئيسي Main Title Bar :

يظهر دائماً في أعلى الشاشة ويحتوى على أسم البرنامج وإسم موديل المنشأ الجاري تحليله.

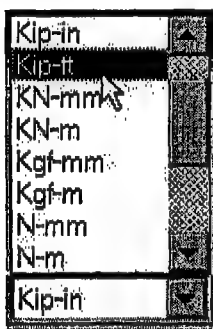
٣ - Window Title Bar (شريط عنوان نافذة الرؤية) :

يتم فيه عرض مستوى الرؤية مثل (3-D View) أو عرض حالة المنشأ مثل التشكلات والاحمال .

٤ - سطر بيان الحالة :Status Line

يستخدم هذا السطر لعرض معلومات عن الحالة الراهنة للمنشأ الجاري التعامل معه، فيتم عرض اسم نافذة الرسم النشطة وإرسال الرسائل الدالة على إمكانية الحصول على البيانات مثل (Right Click to Display Joint Displacement) ويتم فيه عرض الرسائل الدالة عن العملية الجاري تنفيذها ويشمل قائمة الوحدات وعداد إحداثيات الشاشة ويحتوى المفاتيح الخاصة بحركة التشكلات للمنشأ Deformed Shape Animation

٥ - قائمة الوحدات Units List



يتم عن طريقها اختيار الوحدات المطلوب التعامل بها، ويتم من خلالها عرض الوحدات المستخدمة أثناء العمل.

٦ - إحداثيات المحاور Coordinates

يتم عرض إحداثيات النقطة الحالية حسب حركة الماوس حيث يتم عرض إحداثيات النقطة في اتجاهات المحاور الثلاث X,Y,Z .

٧ - شريط القوائم Menu Bar

شريط القوائم يشمل جميع القوائم المنسدلة المحتوية لجميع العمليات التي يمكن التعامل من خلالها مع البرنامج، وفيما يلي تفصيلها:

◀ قائمة التعامل مع الملفات File Menu:

التعامل مع الملفات يتضمن إنشاء ملف جديد لموديل جديد أو فتح ملف موجود لموديل سابق للعرض أو التعديل، وكذلك لحفظ الملف الجاري العمل به، أو طباعة المخرجات لأحد الملفات وعمليات أخرى حسب الموضع بشكل القائمة التالي:

File	Edit	View	Define	Draw	Select	Assist
New Model					Ctrl+N	
New Model from Template						
Open					Ctrl+O	
Save					Ctrl+S	
Save As					F12	
Import						
Export						
Create video						
Print Setup					Ctrl+P	
Print Graphics					Ctrl+G	
Print Input Tables					Ctrl+I	
Print Output Tables					Ctrl+O	
Print Design Tables					Ctrl+D	
User Comments and Session Log						
Exit					Shift+F4	

شكل (٣٠) File Menu

وتحتوى قائمة File على الأوامر الفرعية الآتية .

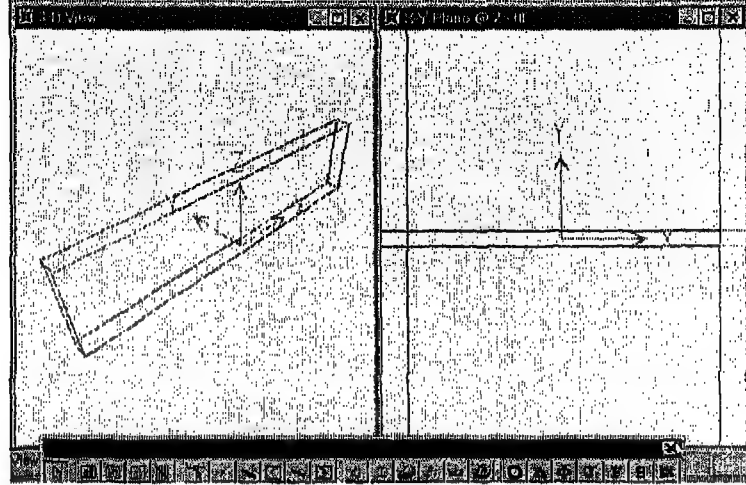
New Model □

عند تنفيذ هذا الأمر يتم إعداد موديل إنشائي جديد عن طريق إدخال عناصره ومكوناته من البداية فعند تنفيذ الأمر يظهر مربع حوار كما بالشكل (٣١) .

شكل (٣١) بيانات المحاور العامة لمنشأ جديد

حيث يتم من خلال مربع الحوار شكل (٣١) تحديد عدد ومسافات خطوط الشبكة للمحاور العامة الكارتيزية عند اختيار النافذة Cartesian أو قطبية عند اختيار النافذة Cylindrical للمنشأ حيث تظهر نافذة الرسم وبها المحاور العامة وخطوط الشبكة كما بالشكل (٣٢) .

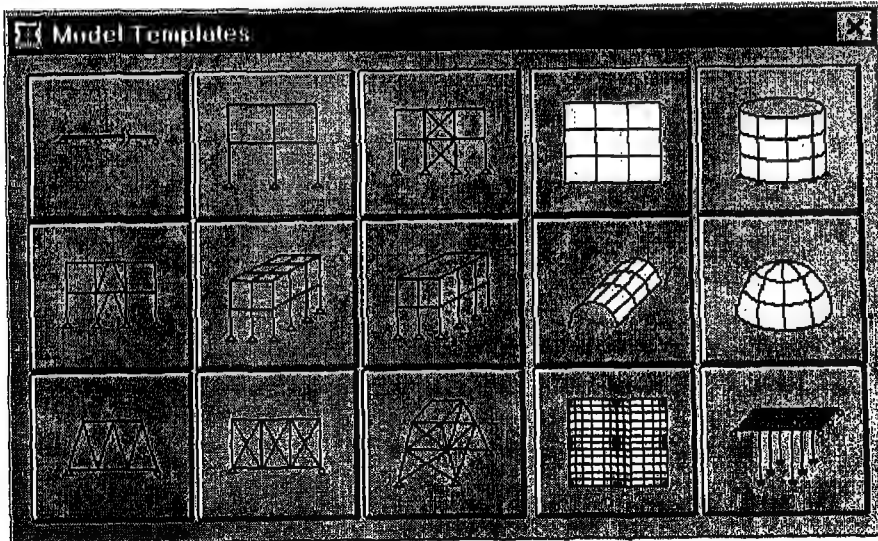
بعد ذلك تأتي مرحلة إدخال نقاط المنشأ ورسم عناصره بأي طريقة من الطرق التي سوف يأتي شرحها كما يمكن تعديل هذه المحاور وخطوط الشبكة أثناء حل المنشأ كما سيلي شرحه .



شكل (٣٢) المحاور العامة وخطوط الشبكة لمنشأ جديد

□ New Model from Template

عند تنفيذ هذا الأمر يمكن عمل منشأ جديد باختيار موديل سابق الإعداد مع التعديل في بيانات المنشأ وأبعاده حيث تظهر نافذة الموديلات سابقة الإعداد كما بالشكل (٣٣) .

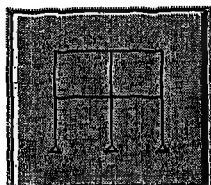


شكل (٣٣) أشكال المنشآت سابقة الإعداد

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

ولاختيار أي منشأ نضغط على الشكل المناسب له حيث يظهر مربع حوار لإدخال بيانات المنشأ مثل الأبعاد وعدد الأدوار والباقيات ويختلف مربع حوار البيانات حسب نوع وشكل المنشأ المختار وكمثال اضغط على المنشأ

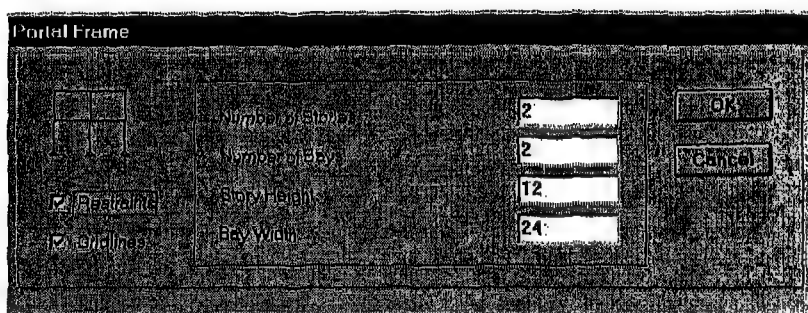


Multi Stories Frame

حيث يظهر مربع حوار

بيانات الـ **Multi Stories**

Frame كما بالشكل (٣٤)



شكل (٣٤) بيانات المنشأ **Multi Stories Frame**

Open □

تنفيذ هذا الأمر يؤدي إلى فتح ملف سبق حفظه باستخدام **Sap2000**

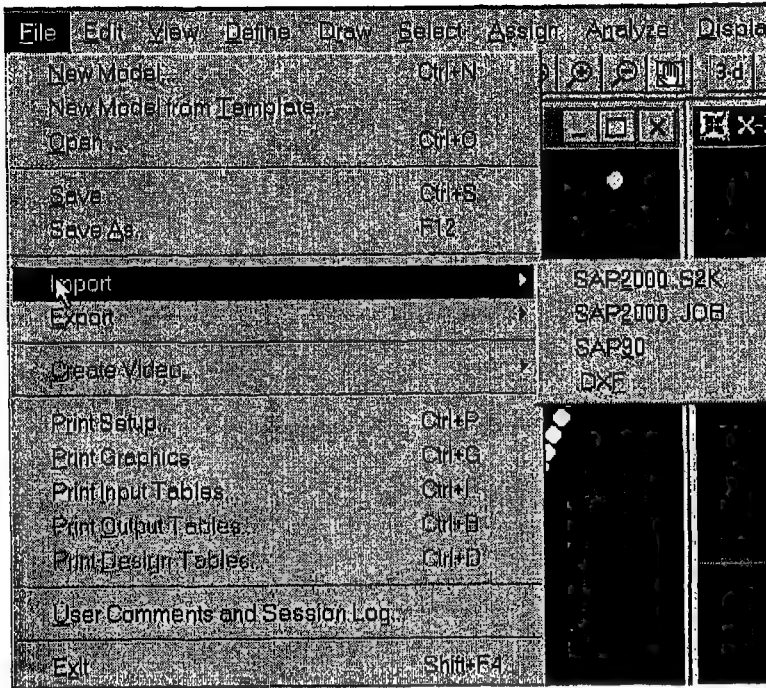
Save □

تنفيذ هذا الأمر يؤدي إلى تسجيل موديل جاري إنشاؤه فيتم عن طريق حفظ الملف بصيغة ملفات ساب ٢٠٠٠ القياسية **Sap2000 DataBase File *.SDB** ، أو حفظ شكل المنشأ فقط بصيغة ***.DXF** لاستدعائها بعد ذلك من داخل برنامج الأوتوكاد.

Save As □

لحفظ ملف باسم مختلف

Import □



شكل (٣٨) قائمة Import

يستخدم هذا الأمر في إدخال ملفات خارجية أثناء عمل المنشأ ويحتوى هذا الأمر أوامر فرعية يتم عن طريقها تحديد أنواع الملفات التى يتم إدخالها . وهى

1) Import → Sap2000.S2K

إدخال ملف مدخلات نصي مكتوب بشكل ملفات Sap2000 وله الامتداد *.S2K أو *.S2K وهذا الملف (*.S2K) يتم عمله بحفظ الملف المنشأ بـ Sap2000 في صورة تتيح للمستخدم تعديل المنشأ باستخدام أي منسق نصوص .

2) Import → SAP2000.JOB

إدخال ملفات Sap2000 Job Run in DOS mode وامتدادها *.JOB

3) Import → Sap90

يتم إدخال ملف مدخلات نصي مكتوب بشكل ملفات Sap90 ويكون بدون امتداد.

4) Import → DXF

إدخال بيانات منشأ من ملف سبق رسمه باستخدام برنامج الاوتوكاد (إصدار ١٢ أو ١٣ أو ١٤) ثم تم حفظه في الصورة DXF . *

حيث يتم إنشاء ملف يمكن قرائته من منسق النصوص يمثل قاعدة بيانات للعناصر المكونة للرسم بشرط أن تكون العناصر الاطارية تم رسمها كخطوط Lines على طبقة رسم Layer تسمى SAP_FRAMES والعناصر القشرية يتم رسمها كأوجه ثلاثية الأبعاد 3D Faces على طبقة رسم تسمى SAP_SHELLS والنقاط يتم إضافتها أوتوماتيكيا بواسطة Sap2000 .

ولتجربة هذه العملية يمكن رسم عدة عناصر إطارية أو قشرية وحفظها من داخل الأوتوكاد بإمتداد DXF ثم إستدعاؤها بعدد ذلك من داخل ساب ٢٠٠٠ ولرؤية شكل هذه الملفات ارسم عنصر إطارى مثلا بواسطة الاوتوكاد ثم احفظه فى الهيئة DXF ثم افتحه بواسطة منسق نصوص

وشكل (٣٩) يبين شكل المكونات النصية لجزء من ملف DXF ونلاحظ فيه وجود بيانات شاشة الاوتوكاد ومتغيراته ثم بيانات طبقة الرسم وعناصر الرسم:

```
$LTSCALE
40
1.0
9
$OSMODE
70
0
9
$ATTMODE
70
1
9
$TEXTSIZE
40
0.2
9
$TRACEWID
```

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

```

40
0.05
9
$TEXTSTYLE
7
STANDARD
9
$CLAYER
8
SAP_FRAMES
9
$CELTYPE
6
BYLAYER
9
$CECOLOR
62
256
9
$CELTSKALE
40
1.0
9
$DELOBJ
70
1
9
$DISPSILH
70
0
9

```

شكل (٣٩)

Export □

هذا الأمر يمكننا من إخراج بيانات ملف المنشأ في أكثر من صورة لكي نتكمن من التعامل معه بطرق مختلفة كملف بيانات أو مخرجات. ويحتوى هذا الأمر على الأوامر الفرعية التالية .

1) Export → SAP2000.S2K

يتم إخراج بيانات المنشأ المدخلة في صورة ملف نصي بالامتداد
*.S2K

2) Export → DXF

يتم إخراج بيانات المنشأ في صورة ملف رسم DXF يمكن التعامل معه من خلال برنامج الاوتوكاد وتطبق عليه نفس شروط

DXF → Import من حيث أسماء طبقات الرسم وأنواع العناصر .

3) Export → Create History Video

يستخدم هذا الأمر في إخراج حركات المنشأ في ملف حركة بالامتداد AVI وهو ملف يمكن عرضه بعد ذلك من أي برنامج

.Animation Player**Print Setup □**

يتم ضبط متطلبات ومتغيرات عملية الطباعة بواسطة هذا الأمر حيث يتم تحديد عدد صفحات الطباعة ونوع الطباعة والورق والتحكم في عدد سطور النصوص المطبوعة وبيانات المنشأ التي يتم إضافتها مع الرسم

Print Graphics □

تنفيذ هذا الأمر يؤدي إلى طباعة الرسومات الموجودة في نافذة الرسم النشطة على الطباعة أو في ملف عند اختيار **Print to file** حيث يتم طباعة نفس الرسم بعد ذلك من أي جهاز لا يشترط وجود برنامج Sap2000 عليه.

Print Input Tables □

تنفيذ هذا الأمر يؤدي إلى طباعة بيانات المدخلات لجزء من المنشأ أو كل المنشأ في صورة جداول على الطباعة أو في ملف ويجب قبل تنفيذ هذا الأمر اختيار العناصر المطلوب طباعة بياناتها وفي حالة عدم اختيار أي عناصر يتم إخراج بيانات جميع العناصر ثم يظهر مربع حوار لاختيار البيانات المطلوب طباعتها .

□

تنفيذ هذا الأمر يؤدي إلى طباعة بيانات المخرجات لجزء من المنشأ أو كل المنشأ في صورة جداول على الطباعة أو في ملف ويجب قبل تنفيذ هذا الأمر اختيار العناصر المطلوب طباعة بياناتها وفي حالة عدم اختيار أي

عناصر يتم إخراج بيانات جميع العناصر ثم يظهر مربع حوار لاختيار البيانات المطلوب طباعتها .

Print Design Tables □

تنفيذ هذا الأمر يؤدي إلى طباعة بيانات التصميم لجزء من المنشأ أو كل المنشأ في صورة جداول على الطابعة أو في ملف ويجب قبل تنفيذ هذا الأمر اختيار العناصر المطلوب طباعة بياناتها التصميمية وفي حالة عدم اختيار أي عناصر يتم إخراج بيانات جميع العناصر ثم نحدد بيانات التصميم المطلوب إخراجها.


User Comments and Session Log □

يمكننا هذا الأمر من إضافة معلومات نصية عن الملف وذلك عن طريق محرر نصوص شبيه ببرنامج Notepad .


◀ قائمة التعديلات Edit Menu:

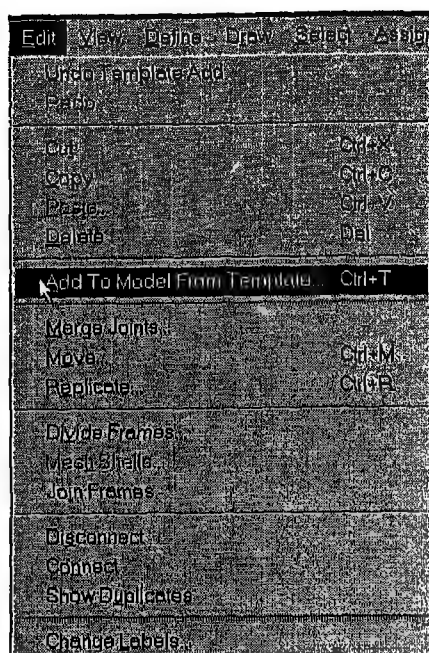
تستخدم أوامر هذه القائمة لتعديل الموديل المعبر عن المنشأ والتعامل مع مكوناته أثناء عملية تكوين المنشأ حيث تحتوي على عدة أوامر فرعية يلي توضيحها.

Undo □

للتراجع عن آخر خطوة تم تنفيذها، ويمكن تنفيذ نفس الأمر بضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الرئيسي .

Redo □

لإعادة الخطوة التي تم إلغاؤها بالأمر Undo ويمكن عمل نفس الشيء بضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الرئيسي .



شكل (٤٠) قائمة التعديلات Edit

Cut , Copy and Paste □

أوامر نسخ أو قص ثم لصق جزء من عناصر المنشأ أو كل عناصر المنشأ كما يمكن كذلك عن طريق هذه الأوامر نسخ بيانات العناصر من برنامج Excel إلى ساب ٢٠٠٠ أو العكس.

Delete □

لمسح عناصر المنشأ يتم اختيار العناصر المراد مسحها ثم ننفذ هذا الأمر أو بضغط مفتاح Del من لوحة المفاتيح مباشرة.

Merge Joints □

يستخدم هذا الأمر في دمج عدة نقاط معا ويفيد ذلك في ربط جزئين منفصلين معا.

Move □

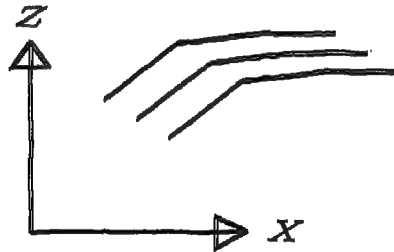
لتحريك عناصر من المنشأ يتم اختيار العناصر ثم تنفيذ الأمر حيث يظهر مربع حوار لتحديد من خلاله مسافة تحريك العناصر في اتجاهات المحاور العامة X, Y, Z

Replicate □

لعمل تكرار للعناصر بدون الحاجة لإعادة رسمها ويتم التكرار لجميع العناصر التي يتم اختيارها بما في ذلك النقاط والأحمال وخصائص القطاعات، ويتم عمل التكرار بإحدى الصور التالية:

Linear Array مصفوفة خطية

وفيها العناصر الناتجة تكون موازية للعناصر الأصلية شكل (٤١) ويتم تحديد عدد العناصر المطلوب تكرارها ومسافة التباعد بين العناصر المكررة.

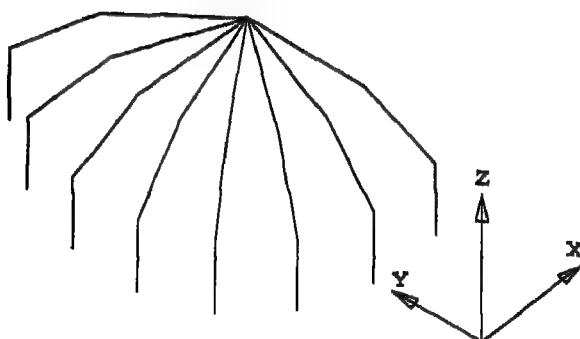


شكل (٤١) مصفوفة خطية في اتجاه محور Y

(٢) مصفوفة دائرية Radial Array

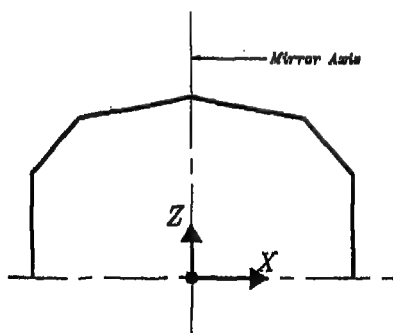
ويتم عن طريقها توليد مجموعة عناصر إضافية عن طريق التكرار حول محور دوران (X, Y Or Z) ويتم تحديد عدد العناصر المكررة وزاوية محددة بين كل عنصرين شكل (٤٢)

شكل (٤٢) عمل مصفوفة دائرية للعناصر حول محور Z



(٣) عمل مرآة للعناصر Mirror

يتم عمل نسخة واحدة من الشكل معكوسة بنفس طريقة المرآة وذلك بعكس الشكل حول محور يمثل المرآة- شكل (٤٣) .

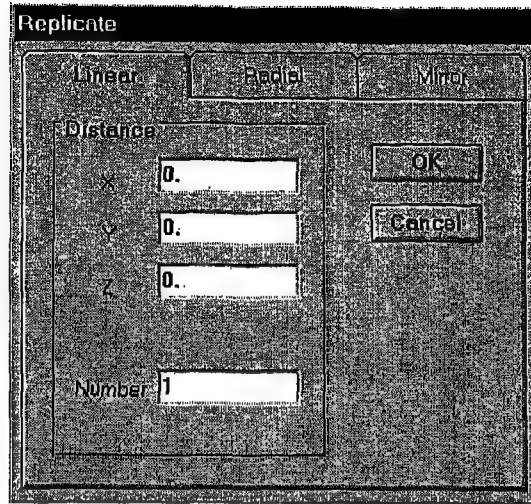


شكل (٤٣) عمل مرآة Mirror للعناصر حول محور

SAP2000

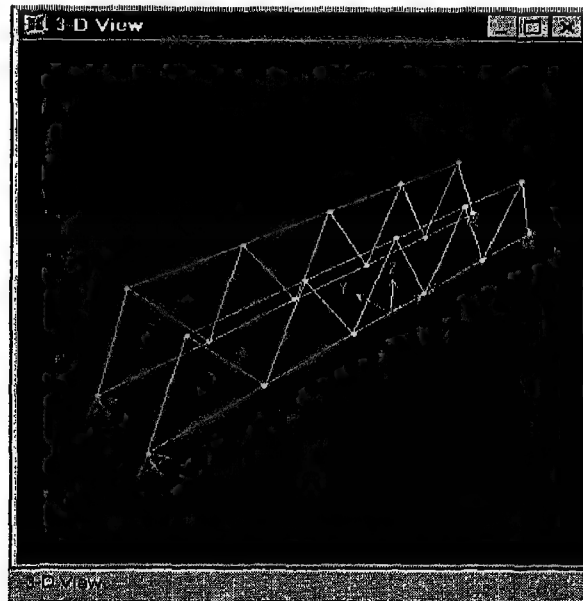
برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

وعند تنفيذ هذا الأمر يتم عرض مربع حوار لإدخال بيانات المصفوفة المطلوب عملها كما بالشكل (٤٤) .



شكل (٤٤) عمل تكرار للعناصر

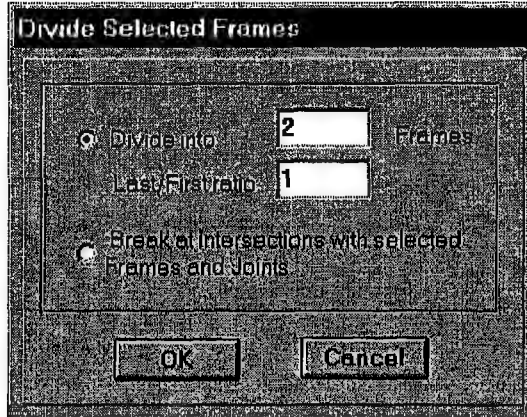
نختار نوع التكرار المطلوب ثم ندخل بيانات التكرار، والشكل (٤٥) يبين مثال منشأ تم عمل تكرار خطي له:



شكل (٤٥) تكرار خطي لموديل

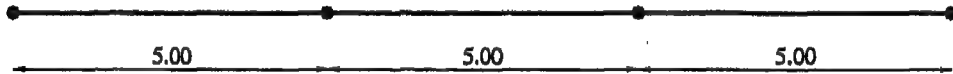
Divide Frames □

يستخدم هذا الأمر في تجزئة عنصر إطارى إلى عدة عناصر ويتم ذلك باختيار العناصر ثم تنفيذ الأمر حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (٤٦)



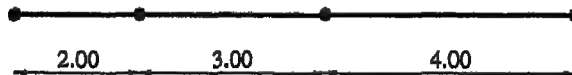
شكل (٤٦)

ندخل عدد الأقسام المطلوبة Divide into ثم نحدد النسبة بين آخر وأول عنصر Last / First ratio



Divide into = 3

Last/First ratio = 1



Divide into = 3

Last/First ratio = 2

شكل (٤٧)

Mesh Shells □

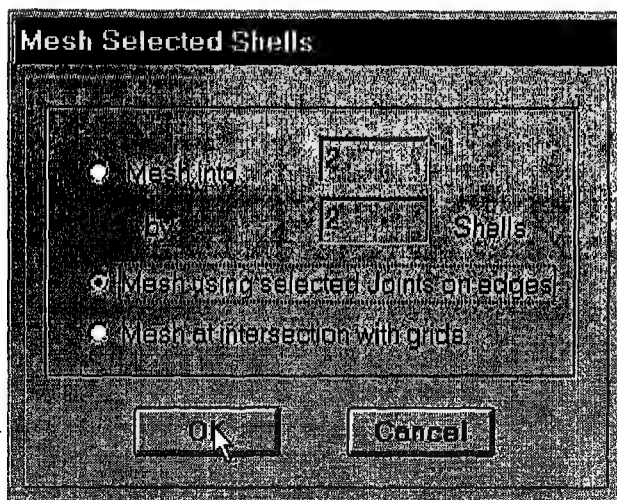
يستخدم هذا الأمر في تقسيم عنصر قشري إلى مجموعة عناصر قشرية ويتم ذلك بعدة طرق هي :

(١) تقسيم عنصر قشري تقسيم منتظم

نختار عنصر قشري سبق إدخاله ثم ننفذ الأمر فيتم عرض مربع حوار شكل (٤٨) نحدد من خلاله عدد الأقسام المطلوبة في الاتجاهين عن طريق Mesh into.

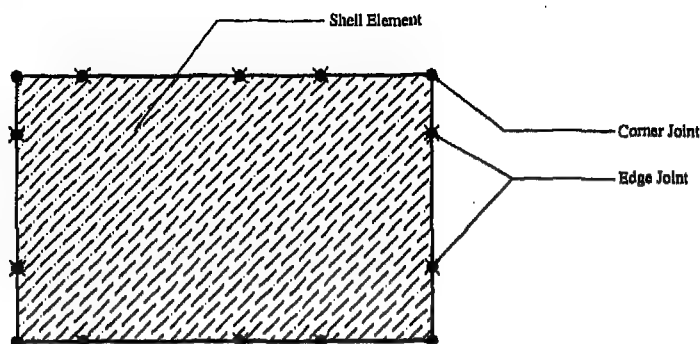
(٢) تقسيم عنصر قشري باختيار نقاط على احرفه

نختار العنصر القشري المطلوب تقسيمه ثم يتم اختيار مجموعة نقاط موجودة مسبقاً على حواف العنصر ثم ننفذ الأمر فيظهر مربع الحوار بشكل (٤٨) فيتم تحديد الاختيار Mesh using selected joints on edges

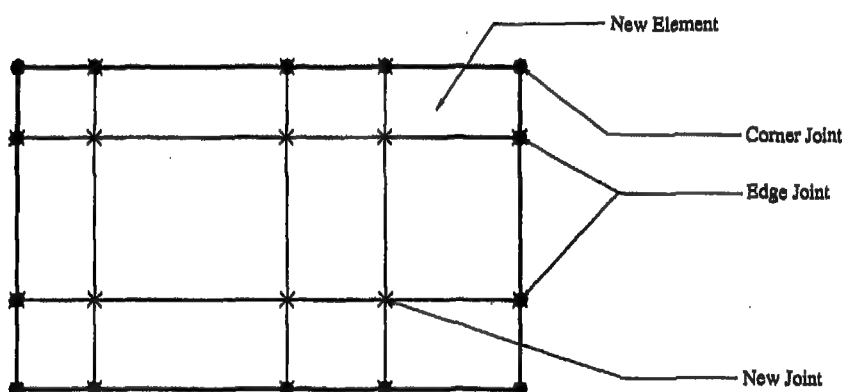


شكل (٤٨)

وشرط استخدام هذا الاختيار هو وجود عدد من النقاط متساوي على الأحرف المتقابلة للمنشأ شكل (٤٩) وعند تطبيق هذا الاختيار يقوم البرنامج بتخليق النقاط المستجدة الناتجة عن تقسيم العناصر.



شكل (٤٩) عنصر قشري قبل التصميم
وبعد تنفيذ الأمر يصبح العنصر بالشكل (٥٠)



شكل (٥٠) العنصر القشري بعد تقسيمه

٣) تقسيم العنصر حسب تقاطع خطوط الشبكة

نختار العنصر المطلوب تقسيمه ثم ننفذ الأمر من خلال مربع

الحوار السابق شكل (٤٨) ويتم تنفيذ الاختيار **Mish at intersection with grids**

Join Frames □

يستخدم هذا الأمر في دمج مجموعة من العناصر الاطارية وتحويلها إلى عنصر واحد وإزالة النقاط الغير مستخدمة .

Disconnect □

عند اختيار أي نقطة أو مجموعة نقاط ثم تنفيذ الأمر يتم فصل العناصر عند النقط المختارة ويتم عمل تكرار للنقاط فوق بعضها ويفيد ذلك عند إدخال حالات خاصة من قيود النقاط وكذلك عند الرغبة في فصل عناصر عن بعضها.

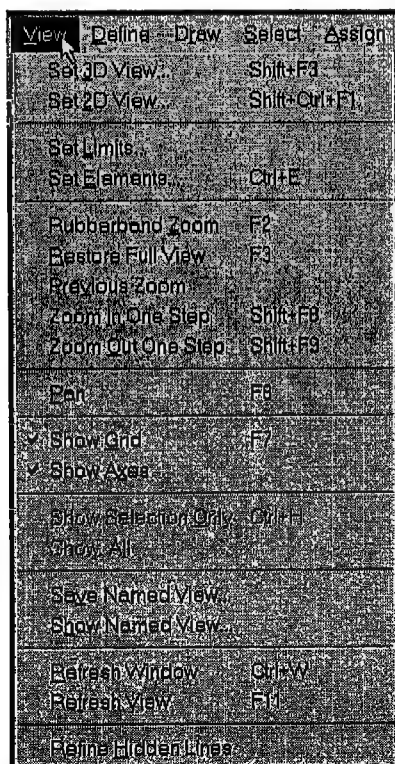
Connect □

يستخدم لربط العناصر المنفصلة عند نقطة معينة عكس الأمر السابق

Change Labels □

يقوم البرنامج بترقيم النقاط والعناصر أوتوماتيكيا وعند الرغبة في تغيير مسميات بعض الأجزاء يتم تحديدها ثم يتم تنفيذ هذا الأمر.


◀ قائمة العرض View Menu

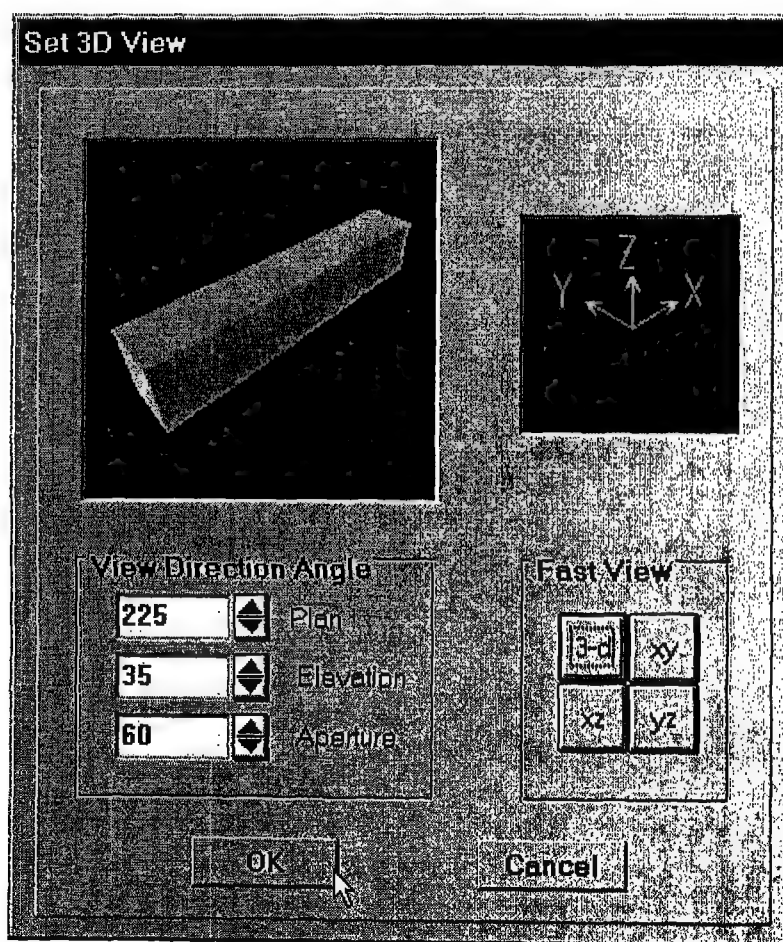


شكل (٥١) قائمة العرض View

تستخدم هذا القائمة للتحكم في متغيرات عرض المنشأ على الشاشة، ومن أوامر هذه القائمة :

Set 3D View □

يستخدم ذلك الأمر في عرض محتويات نافذة رؤية في الأبعاد الثلاثة ويمكن تنفيذ نفس الأمر بضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الرئيسي حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (٥٢)

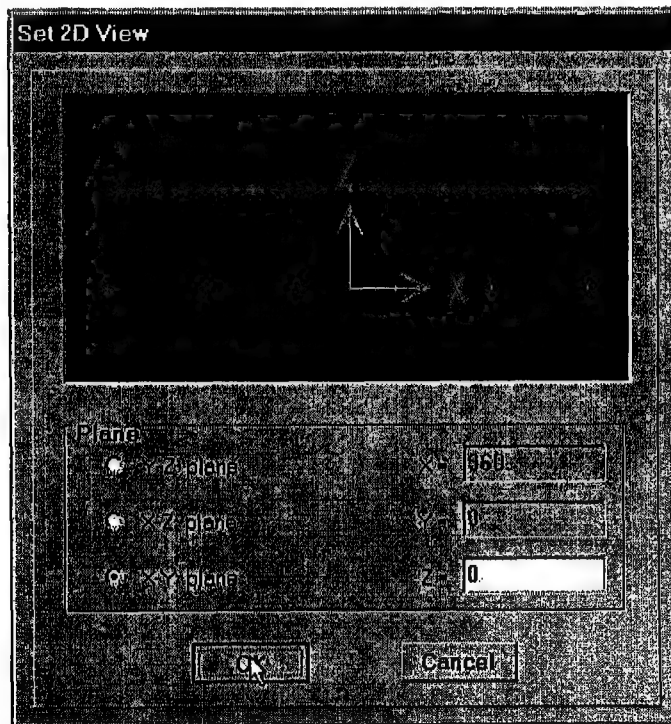


شكل (٥٢)

سيتم التحكم في زاوية الرؤية عن طريق تحديد زوايا الرؤية الثلاثة
Plan , Elevation and Aperture أو اختيار زاوية رؤية سريعة بالضغط على
Fast View أد الأيقونات في منطقة

Set 2D View □

يتم التحكم في مستوى الرؤية في مستوى واحد 2D بالتغيير بين
المستويات الثلاثة (X-Y, X-Z, Y-Z) وعند تنفيذ الأمر يظهر مربع حوار كما
بالشكل (٥٣)



شكل (٥٣)

في الشكل (٥٣) لا نكتفي باختيار مستوى الرؤية فقط بل يتم تحديد بعد
نقطة الرؤية عن نقطة الأصل على طول المحور العمودي على المستوى الذي

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

تم اختياره عن نقطة الأصل، والمستوى المحدد بهذا البعد يكون هو نفسه مستوى إجراء العمليات عند إجراء أية تعديلات للمنشأ.



يمكن تنفيذ الأمر السابق مباشرة بضغط أحد الأيقونات



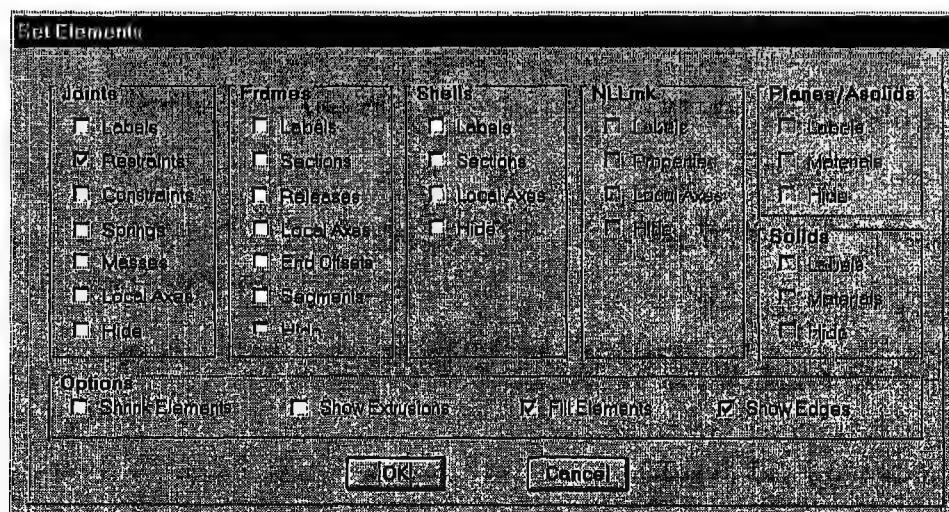
ويمكن التنقل من مستوى إلى مستوى آخر من خلال الأيقونات

Set Limits □

يستخدم هذا الأمر في تحديد حدود نافذة الرؤية للمنشأ في المستويات الثلاثة (X-Y , X-Z , Y-Z) ويتم ذلك اما بعمل نافذة بالماوس تمثل حدود الرؤية أو بتحديد القيمة الدنيا والقصى لحدود الرؤية في إتجاهات للمحاور X , Y , Z , ويتم ذلك في مربع الحوار الخاص بهذا الأمر.

Set Elements □

يستخدم هذا الأمر في التحكم في البيانات التي يتم عرضها على شاشة الرسم عن عناصر المنشأ مثل ترقيم العناصر وأسماء القطاعات والمحاور المحلية كما بالشكل (٥٤)



شكل (٥٤)

ومن خلال مربع الحوار السابق يمكن عمل بعض الخيارات الإضافية

مثل:

- الاختيار **Shrink Elements** يؤدي إلى عمل انكماش محدود للعناصر
لإمكانية رؤية العناصر منفصلة عن بعضها البعض.
- الاختيار **Show Extrusions** لإظهار العناصر بالقطاعات المخصصة لها.
- الاختيار **Fill Elements** لتظليل العناصر القشرية.
- الاختيار **Show Edges** لإظهار حدود العناصر الخارجية.

Restore Full View □

يتم عرض كل محتويات المنشأ داخل نافذة الرسم.

Previous Zoom □

إعادة منظر الرؤية السابق

Zoom In One Step □

تكبير المنشأ تدريجياً

Zoom Out One Step □

تصغير المنشأ تدريجياً

Pan □

ترحيل نافذة الرؤية لأي اتجاه خلال المنشأ دون التكبير أو التصغير

Show Grid □

لعرض أو إخفاء خطوط شبكة الرسم المساعدة.

ملحوظة :

الخطوط الشبكية **Grid Lines** هي مجموعة من الخطوط المتوازية ذات تباعد منتظم وموازية للمحاور العامة وتساعد في رسم المنشأ وتسهيل تحديد الأبعاد،

ويمكن إضافة هذه الخطوط أثناء العمل أو تعديلها أو إخفائها، وأثناء الرسم تميل عمليات الرسم إلى التقاط Snap نقاط تقاطع الخطوط الشبكية لزيادة دقة الرسم ما لم يتم تعطيل هذه الخاصية Snap Off.

Show Axes ☐

لعرض أو إخفاء المحاور.

Show Selection Only ☐

لعرض العناصر التي تم اختيارها فقط

Show All ☐

لعرض جميع العناصر للمنشأ

Save Named View ☐

حفظ وضع الرؤية الحالي للنافذة النشطة، وذلك لاستدعائه عند الحاجة.

Show Named View ☐

عرض وضع رؤية تم حفظه من قبل.

Refresh Window ☐

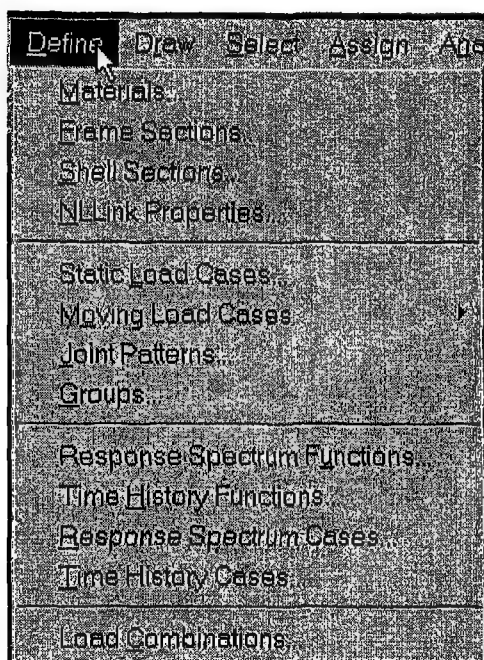
إعادة تنشيط نافذة البرنامج ويتم ذلك بعد تنفيذ بعض أوامر الرسم أو مسح العناصر لكي يتم إعادة إظهار العناصر على وضعها النهائي .

Refresh View ☐

لإعادة تنشيط نافذة الرسم الحالية فقط.

◀ قائمة التعريف Define Menu:

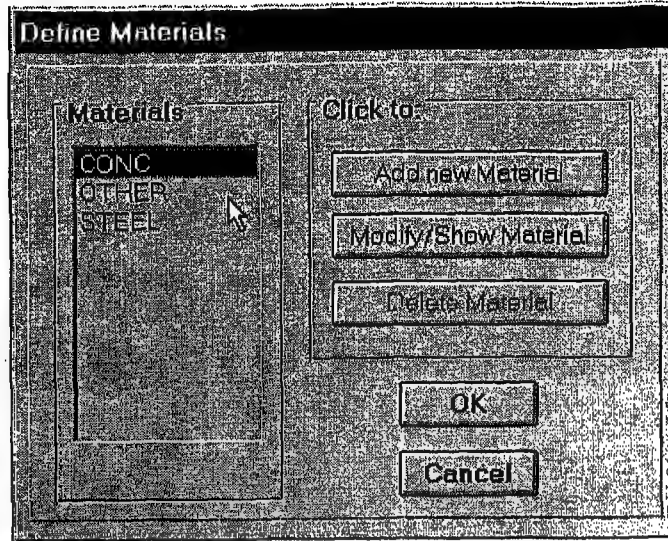
تستخدم قائمة التعريف لتعريف متغيرات متعلقة بالمنشأ مثل خواص المواد وخواص القطاعات للأجزاء الإطارية والقشرية وحالات التحميل وحالات تجميع الأحمال.



شكل (٥٥)

□ Materials

يستخدم هذا الأمر في تعريف المواد التي يمكن تخصيصها لعناصر المنشأ حيث يمكن تعريف خصائص المواد من مربع الحوار كما بالشكل (٥٦)



شكل (٥٦)

من شكل (٥٦) يتم عرض المواد الافتراضية وهي الخرسانة Conc. والحديد Steel كما يمكن إضافة مواد أخرى جديدة بالضغط على:

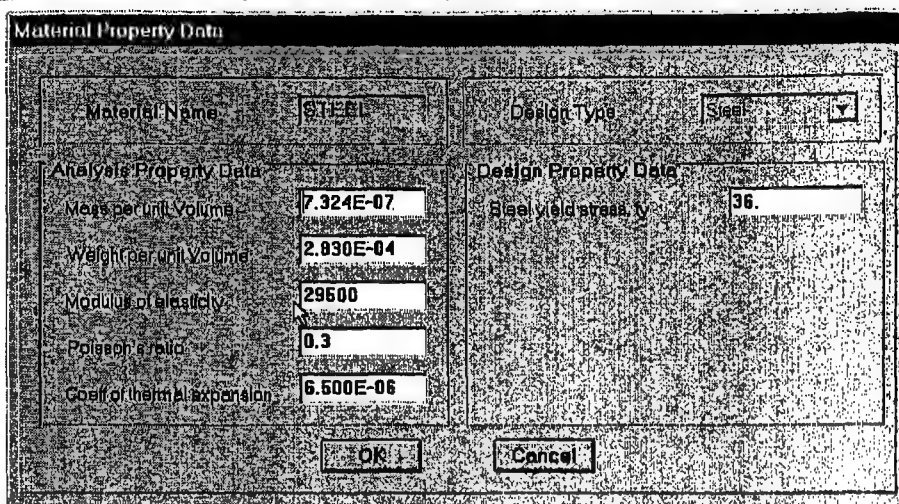


فيظهر مربع حوار Material Property Data شكل (٥٧) فيتم إدخال اسم المادة أمام Material Name وأسلوب التصميم من قائمة Design Type ويتم تحديد خواص المادة من منطقة Analysis Property Data وهذه الخواص تشمل الوزن والكتلة ومعامل المرونة ونسبة بوسون ومعامل التمدد الحراري. وللتعديل في مادة معرفة من قبل نختار المادة ثم نضغط على:



فيظهر مربع حوار كما بالشكل (٥٧) ويتم تعديل ما يلزم. ولحذف مادة معرفة نختارها ثم نضغط على:





Material Property Data

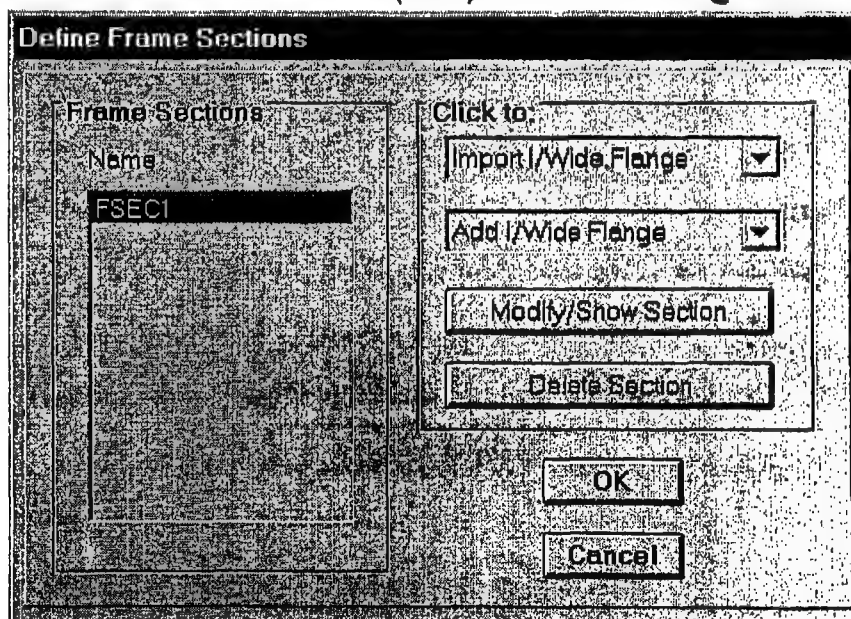
Material Name	STEEL	Design Type	Steel
Analysis Property Data		Design Property Data	
Mass per unit Volume	7.324E-07	Steel yield stress, f_y	36
Weight per unit Volume	2.830E-04		
Modulus of elasticity	29500		
Poisson's ratio	0.3		
Coeff. of thermal expansion	6.500E-06		

OK Cancel

شكل (٥٧)

Frame Sections □

يتم من خلال هذا الأمر تعريف قطاعات العناصر لكي يمكن تخصيصها للعناصر فيما بعد ولا يشترط استخدام جميع القطاعات المختارة، وعند تنفيذ هذا الأمر يظهر مربع حوار كما بالشكل (٥٨):



Define Frame Sections

Frame Sections	Click to:
Name	Import I/Wide Flange
FSEC1	Add I/Wide Flange
	Modify/Show Section
	Delete Section

OK Cancel

شكل (٥٨)

ويتم من خلاله تحديد قاعدة بيانات لاستدعاء القطاعات من خلالها، ومن ثم اختيار القطاعات المطلوبة، ويتم ذلك كما يلي:

أولاً: اختيار قطاع من ملف قاعدة البيانات *Importing Sections*

(١) من قائمة **Import** شكل (٥٩) نختار اسم القطاع المطلوب إدخاله من ملف الخواص مثل (**Wide Flange , Double Angle**)



شكل (٥٩)

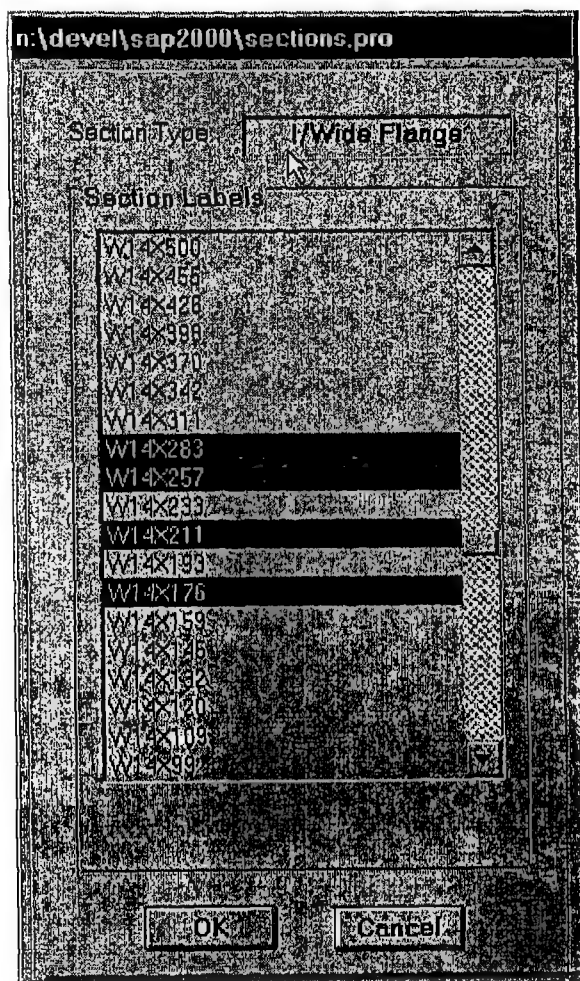
(٢) نختار ملف قاعدة البيانات المطلوب استخدام القطاعات الخاصة به، وملفات قواعد البيانات وهي الملفات ذات الامتداد **.PRO** *

(٣) يظهر مربع حوار به أسماء القطاعات القياسية المتاحة بملف قاعدة لبيانات فيتم اختيار أسماء القطاعات المتوقع استخدامها شكل (٦٠).

(٤) بعد اختيار القطاعات وضغط **OK** يتم عرض القطاعات المختارة في منطقة **Frame Sections Name** بشكل (٥٨) السابق.

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠



شكل (٦٠)

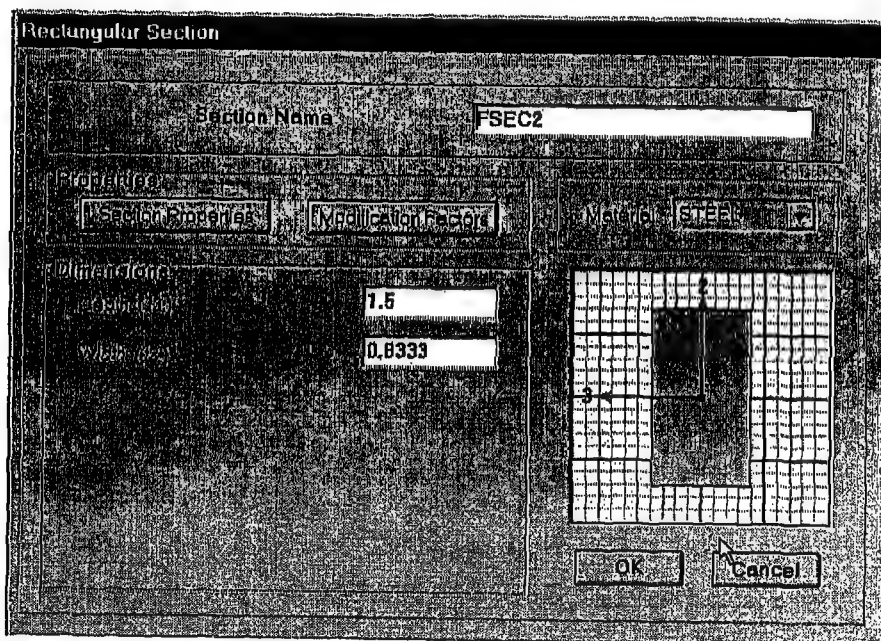


شكل (٦١)

ثانيا : إضافة قطاع غير موجود:

من خلال مربع الحوار شكل (٥٨) يمكن إضافة قطاع غير موجود بقاعدة البيانات المستخدمة وذلك بالنقر على مربع الإضافة Add تظهر قائمة الإضافات شكل (٦١) ويتم اختيار شكل القطاع المطلوب إضافته.

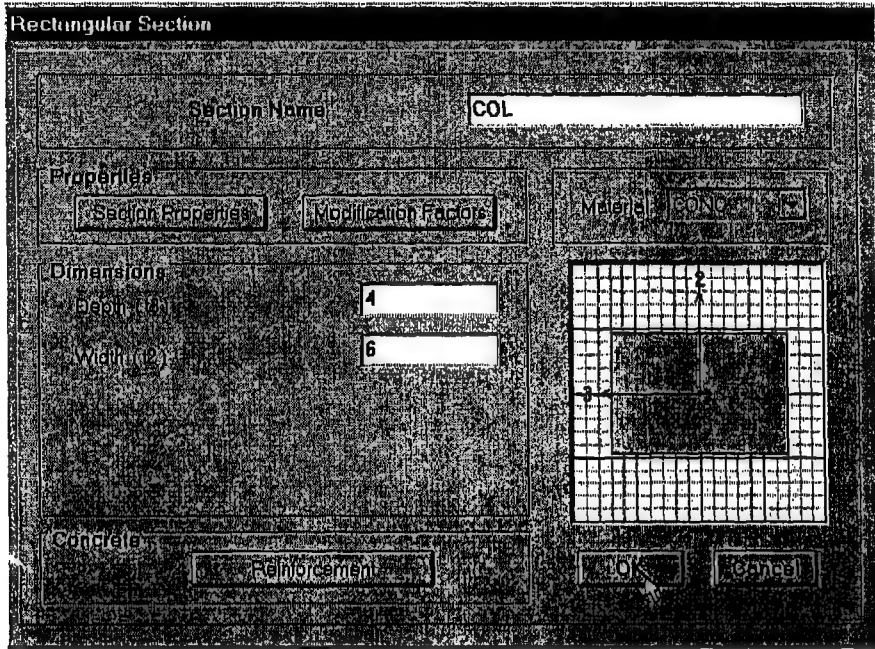
عند اختيار قطاع مستطيل باختيار Add Rectangular يظهر مربع حوار كما بالشكل (٦٢) ويتم من خلاله تحديد اسم للقطاع Section Name وتحديد أبعاده Dimensions ومادة القطاع Material.



شكل (٦٢)

بعد إدخال جميع خصائص القطاع المطلوبة والموافقة عليها يتم إضافة القطاع إلى قاعدة البيانات المستخدمة بنفس الاسم المحدد لهذا القطاع.

يلاحظ انه عند تغيير مادة القطاع تتغير البيانات المطلوبة عن القطاع، فعند تغيير المادة إلى الخرسانة المسلحة مثلا يظهر مربع حوار مختلف مزود بخانة لإضافة بيانات عن حديد التسليح شكل (٦٣).



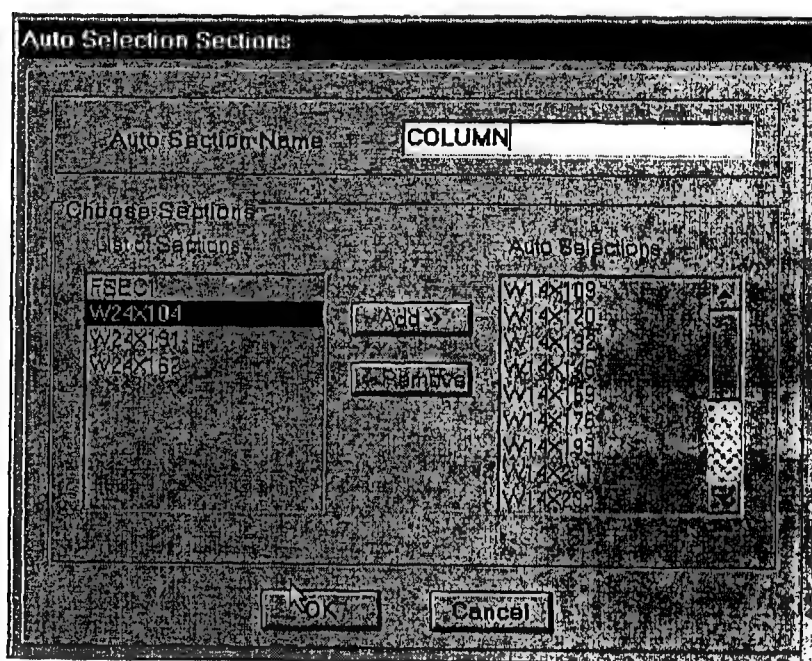
شكل (٦٣)

ثالثا : إعداد مجموعة قطاعات تحت إسم واحد :
يمكن إختيار مجموعة قطاعات وحفظها معا تحت إسم واحد لإستدائها معا مرة واحدة عند الحاجة، ويفيد ذلك في إعداد مجموعة قطاعات خاصة بالأعمدة مثلا وأخرى خاصة بالكمرات وهكذا ، ويتم ذلك كما يلي:



شكل (٦٤)

- من قائمة Add يتم اختيار Add Auto Select شكل (٦٤)
- يظهر مربع حوار - شكل (٦٥) حيث يتم تحديد اسم لمجموعة القطاعات Auto Selection Name ، ثم يتم اختيار القطاعات المطلوب ضمها داخل هذه المجموعة من قائمة List of Sections ثم ضغط Add فيتم إضافة هذه القطاعات إلى قائمة Auto Selections.



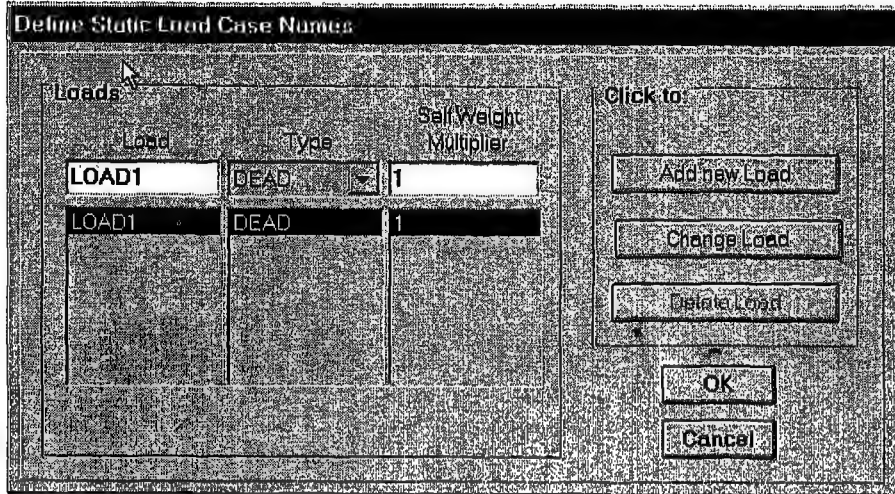
شكل (٦٥)

Shell Sections □

تتفيذ هذا الأمر يظهر مربع حوار لإدخال بيانات قطاع العنصر القشري مثل اسم القطاع، مادة العنصر، سمك القطاع، السلوك الإنشائي للعنصر .

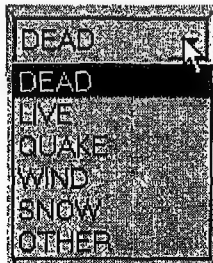
Static Load Cases □

لتعريف حالات التحميل الاستاتيكية يتم تنفيذ هذا الأمر حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (٦٦) .



شكل (٦٦) تعريف حالات التحميل الاستاتيكية

ويتم من خلاله تسمية حالات التحميل وأنواعها شكل (٦٧)-
والمعاملات التي تضرب في الوزن النوعي للعنصر لإضافته لحالات التحميل المختلفة.



شكل (٦٧)

- إضافة حالة تحميل جديدة :

- يتم تحديد اسم حالة التحميل ثم الضغط على المربع:



فيتم إضافة اسم حالة التحميل ومن ثم يبدأ تحديد الأحمال المؤثرة من خلالها.

- تعديل حالة تحميل سبق تعريفها:

- بمجرد اختيار اسم حالة التحميل تظهر جميع البيانات الخاصة بها ومن ثم يمكن تعديل ما يلزم من بيانات ثم الضغط على

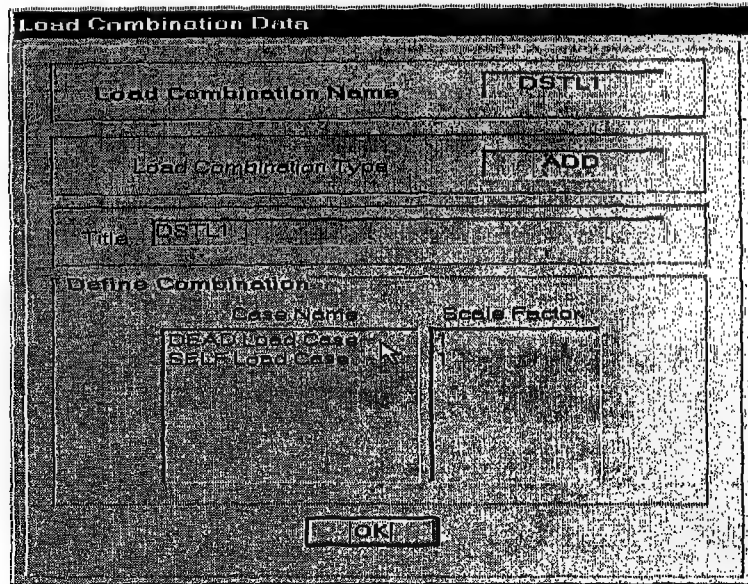
Change Load

- لحذف حالة تحميل يتم اختيارها ثم الضغط على المربع:

Delete Load

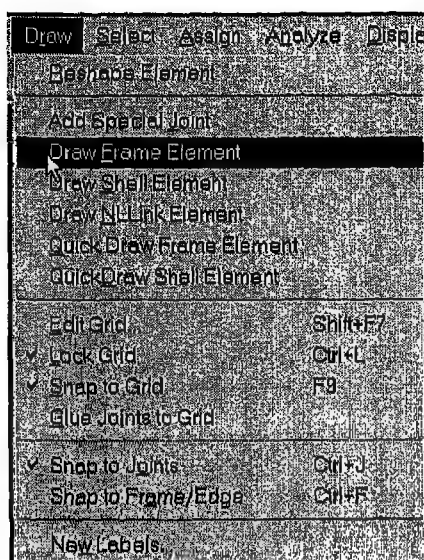
Load Combinations □

يتم عن طريق هذا الأمر عمل حالات تحميل مجمعة، كما يقوم البرنامج بعمل البرنامج بعمل حالات تجميع أوتوماتيكية لحالات التحميل المدخلة كما سيتضح بالأمثل، والشكل (٦٨) يوضح مربع حوار لحالة تحميل مجمعة .



شكل (٦٨) بيانات حالة تحميل مجمعة



قائمة الرسم : Draw Menu



شكل (٦٩) قائمة Draw

عند تنفيذ أحد أوامر الرسم أو الضغط على أي أيقونة من أيقونات الرسم يصبح البرنامج في طور الرسم أي معد لإدخال أو تعديل عناصر في المنشأ ومن أوامر تعديل الرسم .

Reshape Elements □



- عند تنفيذ هذا الأمر أو ضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي يتحول مؤشر الماوس إلى الشكل  فيتم اختيار العنصر المطلوب تعديله حيث تظهر مربعات تحكم End Grips في بداية ونهاية العنصر.

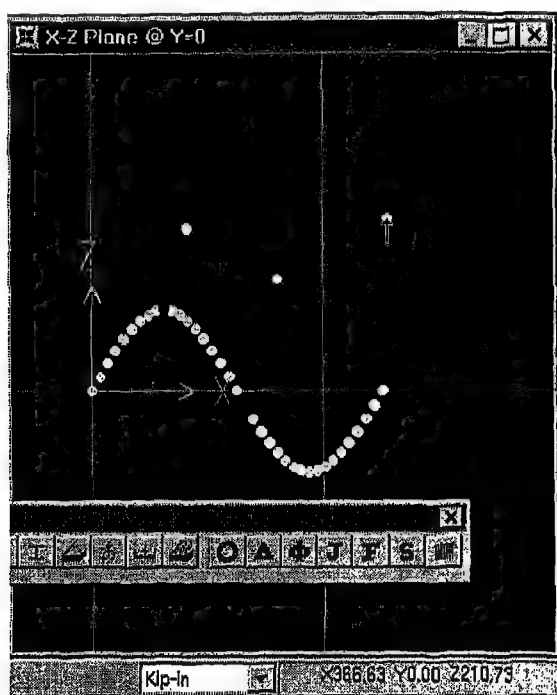
- يمكن من خلال هذه المربعات عند نهايات العنصر التحكم في شكل العنصر من حيث تغيير الطول أو نقل نقاط بداية أو نهاية العنصر من مكان لآخر أو نقل العنصر بالكامل لمكان آخر.

- كذلك يمكن عمل تمدد أو تقلص لأي عدد من العناصر.

□ Add Special Joint

يستخدم هذا الأمر في إضافة نقاط جديدة إلى المنشأ في أي مستوى بالخطوات التالية :

- يتم تحديد مستوى الرؤية بحيث يكون هو نفسه مستوى الرسم.
- تم تنفيذ الأمر أو يتم ضغط الأيقونة  مباشرة من شريط الأدوات الطافي فيتحول مؤشر الماوس إلى الشكل التالي:  ↑
- يتم النقر بالماوس مكان النقطة المطلوب إدخالها ويلاحظ تغير عداد الإحداثيات مع حركة الماوس.



شكل (٧٠) إضافة نقطة جديدة

ملاحظات:

١ - عند إضافة نقطة في الأبعاد الثلاثة لابد من إضافتها عند نقاط تقاطع

خطوط الشبكة

٢ - عند الرغبة في تغيير بيانات نقطة موجودة بالفعل يتم الضغط عليها بزر الماوس الأيمن فيظهر مربع حوار لبيانات النقطة حيث يمكننا تغيير إحداثيات النقطة (X , Y , Z) شكل (٧١):

شكل (٧١) بيانات النقاط

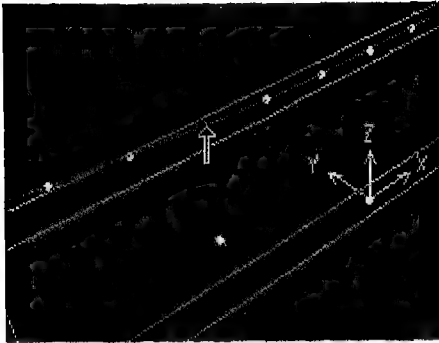
Draw Frame Element □

يستخدم هذا الأمر لرسم عنصر إطاري بين نقطتين في مستوى وذلك بتغيير مستوى الرؤية إلى المستوى المطلوب ثم تنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونة مباشرة من شريط الأدوات الطافي.

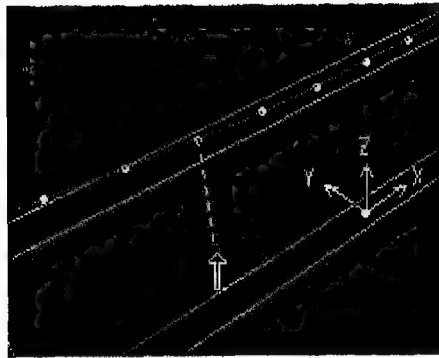
SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

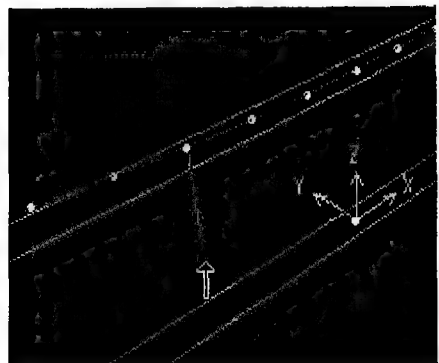
يتم النقر بالماوس مرتين على نقطتين لبداية ونهاية العنصر، بشرط أن تكون هذه النقاط إحدى نقاط شبكة الرسم المساعدة أو نقاط معرفة مسبقاً وموجودة في مستوى الرسم الحالي.
ويمكن إضافة أي عدد من العناصر بنفس الطريقة، وعند الانتهاء يمكن الخروج من هذه المرحلة بالنقر المزدوج **Double Click** على آخر نقطة أو بضغط **Enter** أو **Esc**.



شكل (٧٢-أ)
اختيار النقطة الأولى في العنصر




شكل (٧٢-ب)
اختيار النقطة الثانية في العنصر



شكل (٧٢-ج)
الانتهاء من رسم العنصر



Draw Shell Element □

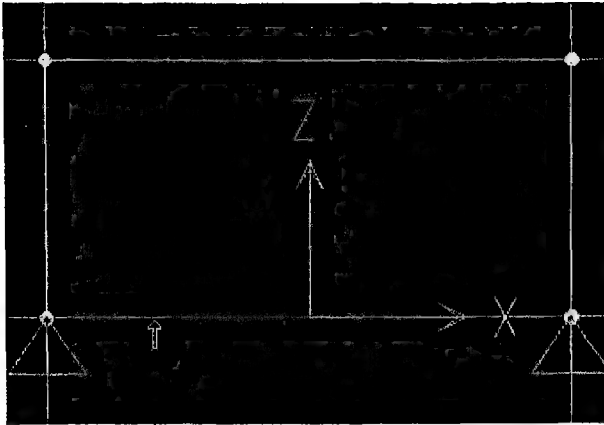
يتم استخدام هذا الأمر لرسم عنصر قشري بتحديد أربعة نقاط تمثل أركان العنصر وذلك بعد تغيير مستوى الرؤية إلى المستوى المطلوب رسم العنصر به ثم تنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي مباشرة. يتم الضغط على أربعة نقاط بشرط أن تكون نقط تقاطع شبكة الرسم المساعدة أو نقاط معرفة مسبقا.

عند الرغبة في عمل عنصر قشري ثلاثي يتم اعتبار النقطة الأولى هي النقطة الرابعة ويكون اختيار النقاط في اتجاه واحد مع أو عكس عقارب الساعة.

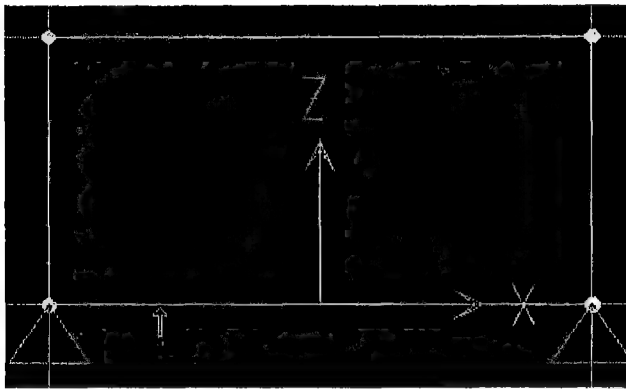
Quick Draw Frame Element □

يستخدم هذا الأمر لرسم عنصر إطاري عن طريق وضع مؤشر الماوس مباشرة على خط الشبكة بين نقطتين معرفتين مسبقا أو نقطتي تقاطع خطوط الشبكة وذلك كما يلي:

- يتم إظهار خطوط الشبكة في حالة عدم ظهورها .
- يتم تغيير مستوى الرؤية إلى المستوى المطلوب الرسم فيه.
- يتم تنفيذ الأمر أو بضغط الأيقونة  مباشرة من شريط الأدوات الطافي.
- يتحول مؤشر الماوس إلى الشكل  ويتم النقر بالماوس على خط الشبكة بين النقطتين المطلوب رسم عنصر بينهما - شكل (٧٣).





شكل (١٧٣)
النقر بمؤشر الماوس على
خط شبكة الرسم المساعدة



شكل (١٧٣ ب)
رسم العنصر

Quick Draw Shell Elements □

- لرسم عنصر قشري عن طريق النقر بالماوس داخل مساحة محاطة بأربعة خطوط من خطوط شبكة الرسم المساعدة، وذلك كما يلي:
- تظهر خطوط الشبكة في حالة عدم ظهورها .
- تغير مستوى الرؤية إلى مستوى الرسم.
- نفذ الأمر أو نضغط الأيقونة  مباشرة من شريط الأدوات الطافي.

- يتحول مؤشر الماوس إلى الشكل  ثم يتم النقر بالماوس داخل المنطقة المطلوبة المحاطة بخطوط شبكة الرسم او بعناصر إطارية سواء أكانت ثلاثة أو أربعة خطوط او عناصر لرسم عنصر قشري ثلاثي أو رباعي. يلاحظ انه لا يمكن الرسم بهذه الطريقة في الأبعاد الفراغية الثلاثة ويجب العمل بها من خلال مستوى فقط.


Edit Grids □


يقصد بتعديل الشبكة تعديل شبكة خطوط الرسم المساعدة، وذلك بتعديل أبعادها وتقسيماتها لتلائم شكل وأبعاد المنشأ الجاري العمل به مما يسهل توقيع وتعريف النقاط والعناصر.


والشبكة الأساسية يتم عملها أوتوماتيكيا بمعرفة البرنامج عند بداية الرسم ويمكن تعديلها بعد ذلك من خلال تنفيذ هذا الأمر أو بالنقر المزدوج **Double Click** على خطوط الشبكة مباشرة فيظهر مربع الحوار التالي - شكل (٧٤).

من خلال هذه النافذة يمكن تعديل خطوط الشبكة في أي من اتجاهات المحاور الثلاثة وإضافة خطوط جديدة أو حذف خطوط كائنة أو وضع خطوط على مسافات غير منتظمة .

ومن ثم يجب بداية تحديد المحور العام المطلوب تعديل خطوط الشبكة خلاله من خلال نافذة تحديد الاتجاه **Direction**

لإضافة خط جديد للشبكة ييتم تحديد مكانه بكتابة بعده عن الحور الأصلي من خلال نافذة **Location** ثم النقر على مربع الإضافة 

لتغيير موضع خط شبكة نختار الخط ثم نكتب البعد الجديد من خلال نافذة **Location** ثم النقر على مربع النقل : 

لحذف خط شبكة يتم اختياره ثم الضغط على مربع الحذف 



لحذف جميع الخطوط نضغط مربع حذف الجميع

يلاحظ وجود عدة متغيرات أخرى بنافذة الحوار تفيد فيما يلي:

- لمنع تحريك خطوط الشبكة مع العناصر أثناء تحريك العناصر يتم



تنشيط هذا المتغير:

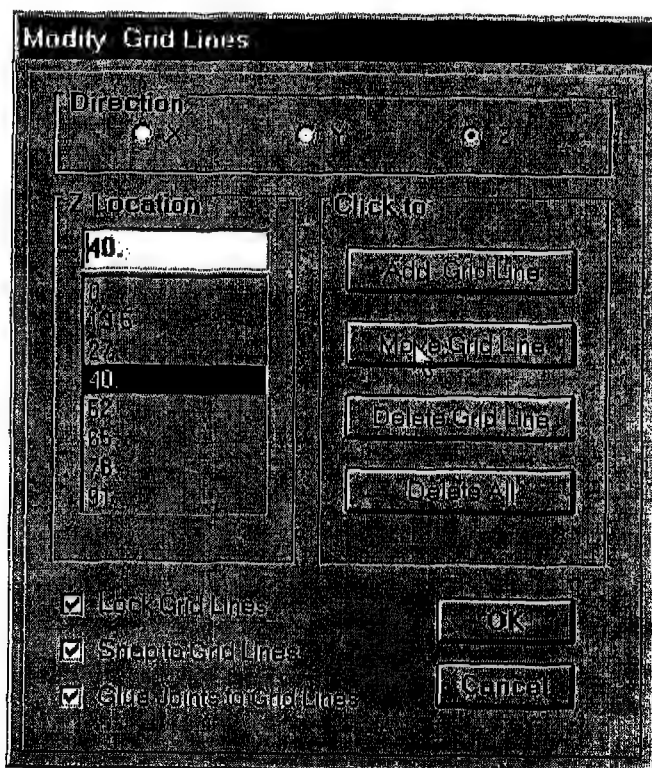
- لضبط حركة الماوس على الشاشة لينتقل مباشرة بين نقاط تقاطع

الشبكة مما يسهل الرسم ورفع دقة تحديد أبعاد العناصر يتم يتم تنشيط



هذا المتغير:

- لكي يتم نقل النقاط مع خطوط الشبكة يتم تنشيط المتغير:



شكل (٧٤) تعديل خطوط الشبكة

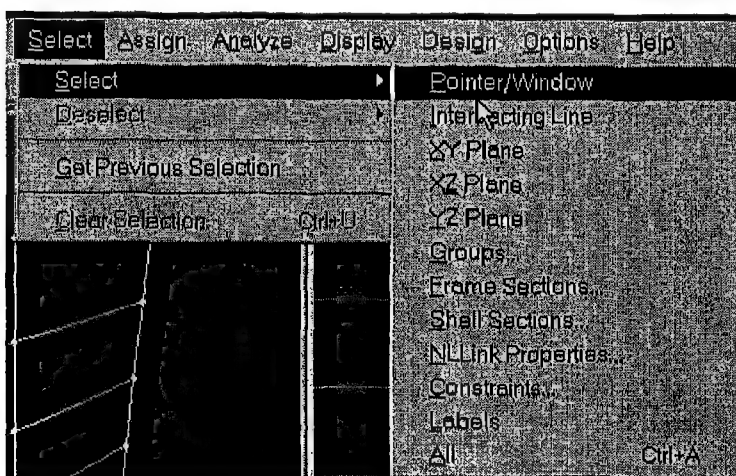
□ Snap to Joints

عند تنشيط هذا المتغير يتم تحرك الماوس بالقفز بين النقاط مباشرة وببساطة ذلك في تسهيل ورفع دقة الرسم.

□ Snap to Frame/Edge

عند تنشيط هذا المتغير ينتقل الماوس بين نهايات العناصر الإطارية وأركان العناصر القشرية.

◀ قائمة الاختيارات :Select Menu



شكل (٧٥) قائمة الاختيارات Select


تستخدم قائمة الاختيارات لاختيار عناصر معينة تمهيدا لإجراء عمليات معينة بعد اختيارها، مثل التعديل والتخصيص والطباعة والعرض على الشاشة وما إلى ذلك.

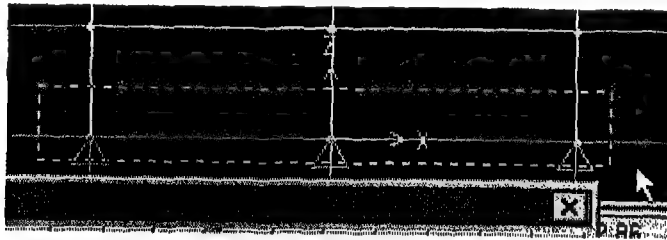
لاختيار عناصر معينة يجب تحويل البرنامج إلى وضع الاختيار Select Mode، وذلك بنقر أحد أيقونات الاختيار من على شريط الأدوات الطافي مباشرة أو بتنفيذ أي أمر من أوامر قائمة الاختيار. وتحتوى قائمة الاختيارات على الأوامر التالية:

Select □

ويشمل هذا الأمر عدة أوامر فرعية أخرى هي:


- Pointer/Window

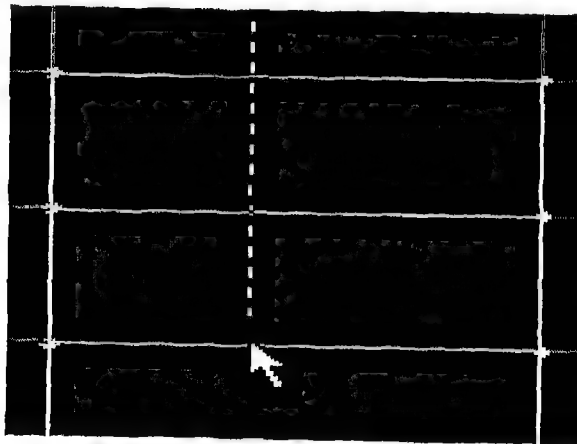
عند تنفيذ هذا الأمر أو ضغط الأيقونة  يمكن اختيار العناصر عنصرا عنصرا بالنقر على كل عنصر بالماوس أو اختيار مجموعة عناصر معا بسحب نافذة بالماوس تشمل هذه العناصر داخلها.



شكل (٧٦) اختيار مجموعة نقاط بالنافذة

- Intersecting Line

عند تنفيذ هذا الأمر أو ضغط الأيقونة  يمكن اختيار مجموعة عناصر بسحب خط بالماوس يقطعها جميعا كما بالشكل (٧٧) .



شكل (٧٧) اختيار العناصر بطريقة Intersecting Line

XY Plane -

يستخدم هذا الأمر في اختيار جميع العناصر في المستوى XY وعند اختيار هذا الأمر يتم اختيار جميع العناصر الواقعة بهذا المستوى بمجرد النقر بالماوس على أي نقطة في هذا المستوى .

وبنفس الأسلوب يتم تنفيذ الأوامر **XZ Plane , YZ Plane**

Groups -

يتم عن طريق هذا الأمر اختيار مجموعة عناصر قد تم اختيارها وتجميعها مسبقا تحت مسمى معين، وعند تنفيذ هذا الأمر تظهر نافذة حوار تحتوى أسماء المجموعات التي تم تكوينها من قبل لاختيار إحداها .

Frame Sections -

لاختيار العناصر الإطارية بمعلومية اسم القطاع الخاص بها، وعند تنفيذ هذا الأمر يظهر مربع حوار به أسماء القطاعات المخصصة للعناصر فيتم اختيار قطاع أو أكثر فيتم بالتالي اختيار جميع العناصر المخصص لها هذه القطاعات.

Shell Sections -

لاختيار العناصر القشرية بمعلومية اسم القطاع الخاص بها، وعند تنفيذ هذا الأمر يظهر مربع حوار به أسماء القطاعات المخصصة للعناصر فيتم اختيار قطاع أو أكثر فيتم بالتالي اختيار جميع العناصر المخصص لها هذه القطاعات.


Constraints -

يستخدم هذا الأمر لاختيار النقاط عن طريق تحديد القيود الخاصة بالنقاط المطلوبة من خلال مربع حوار خاص بذلك.

Labels -

لاختيار عناصر معينة عن طريق أسماء أو أرقام العناصر حيث يتم تحديد العنصر المطلوب عنصر إطاري أو قشري أو نقاط ثم تحديد أسماء أو أرقام العناصر المطلوبة.


All -

لاختيار جميع أجزاء وعناصر المنشأ حيث يمكن تنفيذ الأمر من داخل القائمة أو بضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي مباشرة.


Deselect □

لاستبعاد عناصر تم اختيارها، ويتفرع من هذا الأمر نفس الخيارات الفرعية المتاحة لأمر الاختيار Select

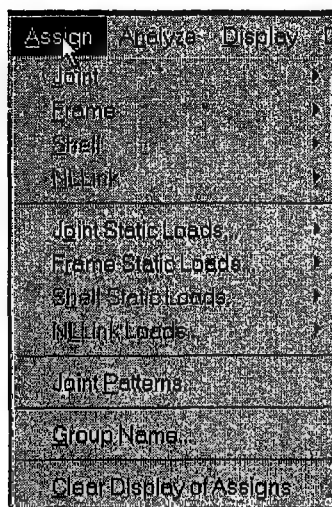
Get Previous Selection □

لتكرار آخر اختيار تم عمله ويتم بتنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي مباشرة.

Clear Selection □

لإنهاء حالة الاختيار الحالية ويتم بتنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي مباشرة.

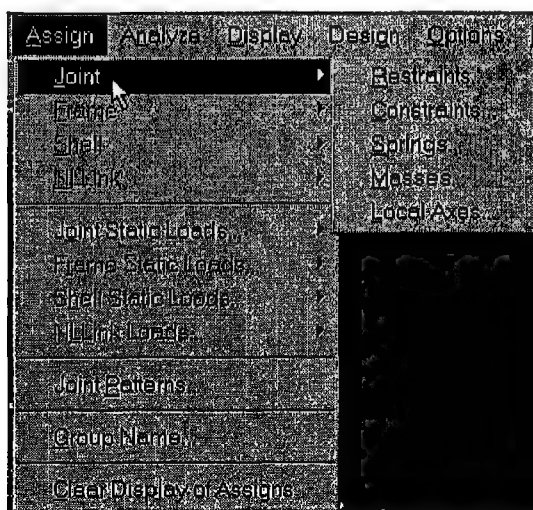
قائمة التخصيص :Assign Menu



شكل (٧٨) قائمة التخصيص

تستخدم قائمة التخصيص لتخصيص خواص المواد والأحمال للعناصر التي تم اختيارها مسبقاً من قائمة الاختيارات Select وتشمل قائمة التخصيص ما يلي:


١ - تخصيص خواص النقاط :

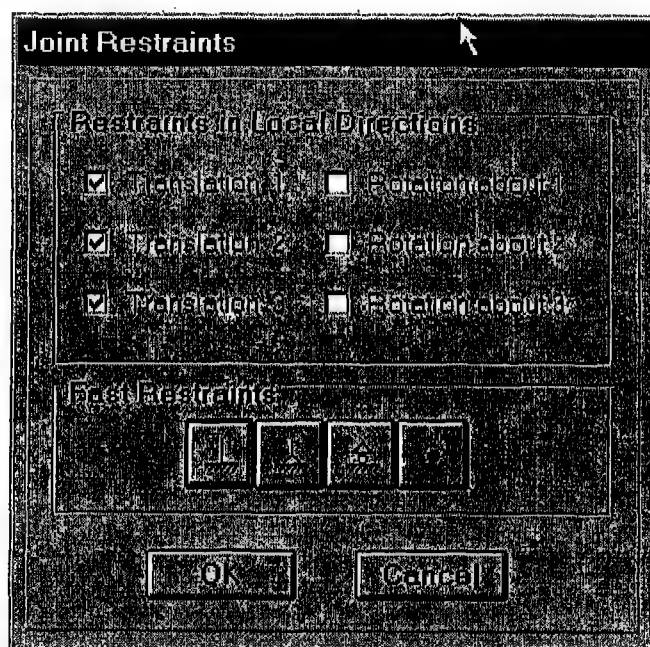


شكل (٧٩) تخصيص خواص النقاط

وتشمل

Restraints □

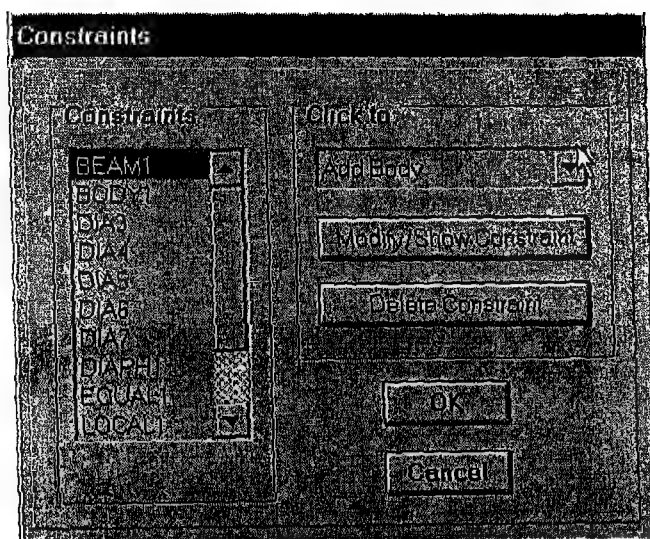
لتخصيص قيود النقاط يتم تنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (٨٠) حيث نختار القيود المطلوبة أو نضغط على شكل الركيزة المطلوبة مباشرة



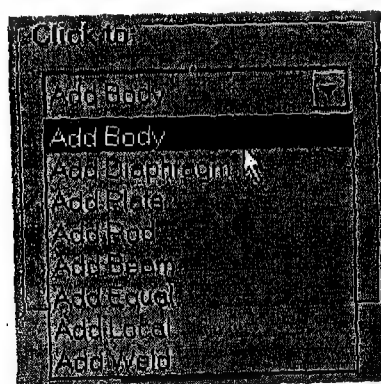
شكل (٨٠)

Constraints □

لتحديد تطابق الازاحات للنقاط حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (٨١)
ويوجد عدة حالات لتطابق القيود يتم عرضها من خلال القائمة Add،
والشكل (٨٢) يبين حالات تطابق القيود المختلفة:



شكل (٨١)



شكل (٨٢)

وتحديد حالة تطابق القيود Constraints يحدد سلوك النقاط المتطابقة الإزاحة وذلك كما يلي:

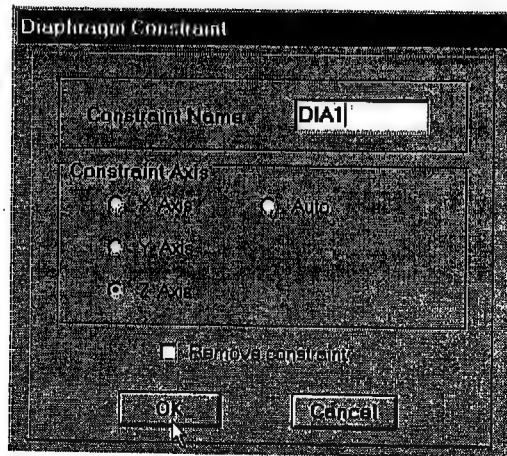
تجعل النقاط المتطابقة القيود تتحرك معا في Body Constraint
الاتجاهات الثلاثة (3D).

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

تجعل النقاط المتطابقة القيود تتحرك معا في مستوى واحد (2D) ، دون تطابق للقيود في الإزاحات خارج هذا المستوى.	Diaphragm Constraint
تجعل النقاط المتطابقة القيود والواقعة في نفس المستوى تتحرك معا خارج المستوى وذلك دون تطابق للقيود داخل نفس المستوى.	Plate Constraint
تجعل النقاط المتطابقة القيود تتحرك معا كقضيب مستقيم يقاوم الإستطالة المحورية.	Rod Constraint
تجعل النقاط المتطابقة القيود تتحرك معا ككمرة مستقيمة تحت تأثير تشكلات الانحناء .	Beam Constraint
تجعل النقاط المرتبطة تتحرك معا بقيم متساوية في القيمة والاتجاه أو متساوية في القيمة وعكس الاتجاه لدرجة حرية (Degree of Freedom) معينة يتم تحديدها .	Equal Constraints

ولتحديد مجموعة نقاط متطابقة الإزاحة يتم إتباع الآتي:
 - يتم اختيار النقاط المطلوب مطابقة ازاحاتها ثم يتم تنفيذ الأمر فيظهر مربع الحوار كما بالشكل (٨١).



شكل (٨٣)

- نختار من قائمة Add نوع الارتباط مثلا نختار Add Diaphragm
- فيظهر مربع حوار كما بالشكل (٨٣).
- من خلال مربع الحوار بالشكل (٨٣) يتم اختيار اسم للمجموعة ثم تحديد المحور المطلوب تحديد تطابق للإزاحات النقاط في اتجاهه.

□ Springs

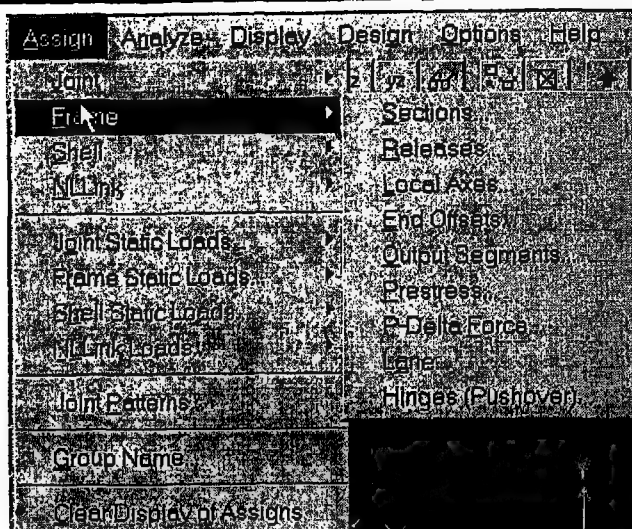
- لكي يتم تحديد الركائز الزنبركية للنقاط-عند وجودها- يتم تخصيص ذلك من خلال هذا الأمر وذلك كما يلي:
- (١) نختار النقاط المطلوب تخصيصها.
- (٢) ننفذ الأمر فيظهر مربع حوار Joint Springs.
- (٣) في مربع الحوار ندخل قيم معاملات الجساءة Spring Stiffness للزنبرك في الاتجاهات المختلفة.

□ Local Axes

- لتخصيص المحاور المحلية للنقاط وتحديد اتجاهاتها وذلك بتحديد زاوية دورانها عن المحاور العامة.

٢ - تخصيص خواص العناصر الاطارية : Frame


- يتم تخصيص خواص العناصر الاطارية مثل القطاع والمادة والمحاور المحلية بتنفيذ الأوامر الفرعية كما بالشكل (٨٤) وهذه الأوامر هي:

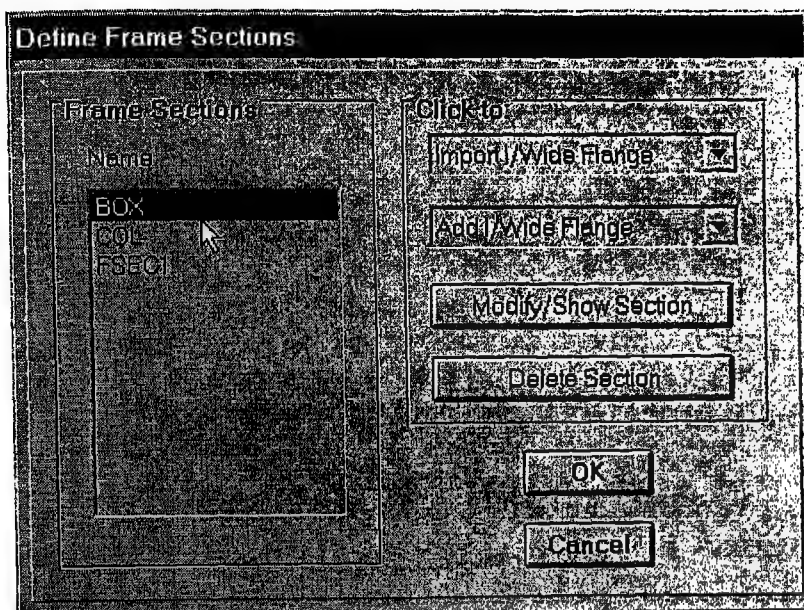


شكل (٨٤) قائمة Assign / Frame

Sections □

لتخصيص مقاطعات سبق تعريفها من أمر Define للعناصر الاطارية الموجودة بالمنشأ حيث نتبع الآتي .

- (١) نختار العناصر المطلوب تخصيص مقاطعاتها
- (٢) ننفذ الأمر أو نضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي
- (٣) يظهر مربع حوار كما بالشكل (٨٥)



شكل (٨٥) تخصيص قطاعات العناصر الاطارية

٤) من مربع حوار تخصيص قطاعات العناصر الاطارية نحدد اسم القطاع الذي سبق تعريفه من قائمة Frame Sections

Releases □

العناصر الاطارية المتقابلة في نقطة عندما تكون متصلة (Connected) يكون بين هذه العناصر ارتباط في التشكلات وبالتالي يكون بينها ارتباط في القوى الداخلية والاجهادات .

ولكن يمكن ان يوجد عنصر أو أكثر بين مجموعة عناصر غير مرتبط بها ارتباط كلى فيمكن تحديد درجات حرية معينة لا يكون للعنصر اتصال ببقاى العناصر المرتبط بها عند هذه النقطة .

مثال لذلك عندما تكون نهاية أحد العناصر (Pin Hinge) ذلك يعنى ان هذا العنصر عند هذه النقطة لا يوجد عليه Bending Moment أي انه لا يتأثر بباقي العناصر المرتبط بها عند حساب قيم العزوم عند نقطة الاتصال

وكما بالشكل (٨٦) العنصر رقم (a) نهايتيه Pin Hinge لذلك يكون حر الدوران حول المحور المحلى ٣ فبالتالي قيم العزوم عند نهايتيه I, J تساوى صفر فى هذه الحالة يسمى العنصر حر (Released) فى درجة الحرية R3 أى الدوران حول محوره المحلى ٣ ولعمل ذلك نتبع الاتى

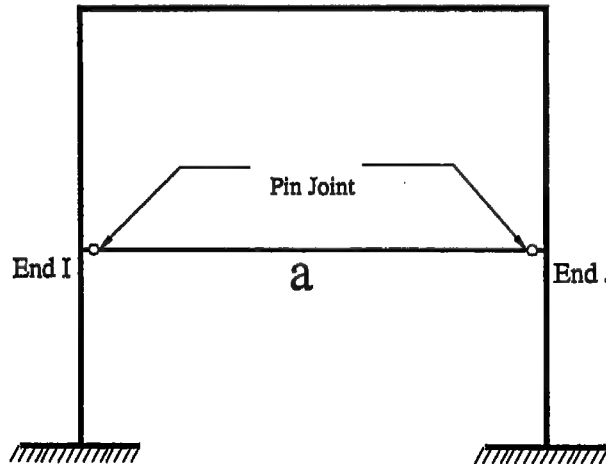
(١) نختار العنصر أو العناصر ثم ننفذ الأمر

(٢) يظهر مربع حوار Frame Releases

(٣) نحدد لكل نهاية من نهايات العنصر نوع الحرية المطلوبة

(Axial, Shear Force2, Shear Force3, Torsion, Moment22, Moment 33)

(٤) فى حالة عدم الرغبة عدم وجود Releases نضغط الاختيار No Releases

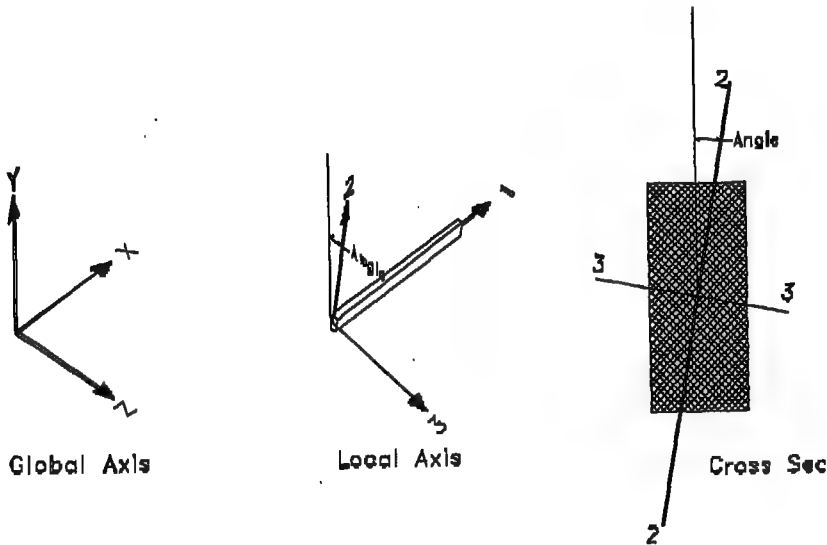


شكل (٨٦)

Local Axes □

قد سبق تعريف المحاور المحلية للعنصر الاطارى ولكن للتحكم فى اتجاهات المحاور المحلية للعناصر الاطارية نختار العناصر المطلوب تحديد محاور محلية لها ثم ننفذ الأمر حيث يظهر مربع الحوار Frame Local Axes حيث نحدد زاوية دوران المحور المحلى ٢ حول المحلى ١ والزاوية مقاسة بالدرجات ويكون الاتجاه الموجب عكس اتجاه عقارب الساعة إذا كان المحور المحلى ١ متجها إليك .

وكما ذكرنا المحور المحلى ١ يتجه فى اتجاه طول العنصر والعناصر المحلية الثلاثة لا بد أن تتبع قاعدة اليد اليمنى .



شكل (٨٧) المحاور المحلية للعناصر الاطارية

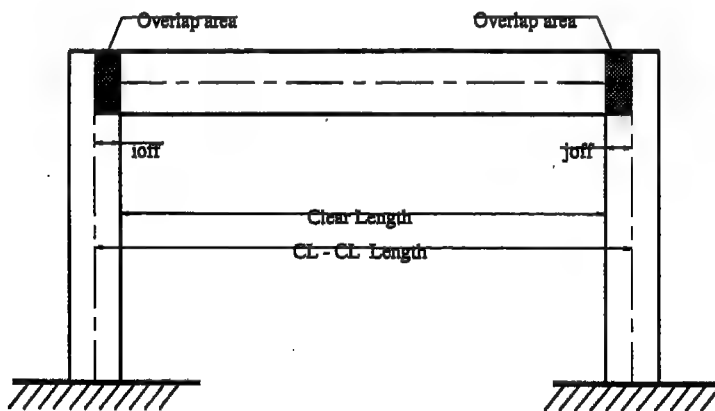
End Offsets □

عندما ندخل طول عنصر للبرنامج ندخله على أساس الطول من مركز الركييزة إلى مركز الركييزة الأخرى ولكن فى هذه الحالة يوجد جزء من طول العنصر مشتركا بين الركييزة والعنصر وهو الجزء من وجه الركييزة حتى مركز الركييزة شكل (٨٨) وهذا الجزء خاصة عندما يكون عرض الركييزة كبير يؤثر فى قيمة القوى الداخلية على العنصر وعندما ندخله فى حساباتنا يقلل من القوى الداخلية على العنصر ويتم ذلك كما يلى .

(١) نختار العناصر المطلوب تحديد Offsets لها

(٢) ننفذ الأمر فيظهر مربع حوار Frame End Offsets حيث ندخل قيم

ترحيل النهايات End Offsets للنهاية End I والنهاية End J



شكل (٨٨)

Output Segments □

يمكن تقسيم العنصر إلى مجموعة أقسام يتم عرض النتائج لها ويتم ذلك باتباع الآتى:

- (١) نختار العناصر المطلوب تقسيمها.
- (٢) ننفذ الأمر ثم نختار عدد الأقسام المطلوبة من مربع الحوار.

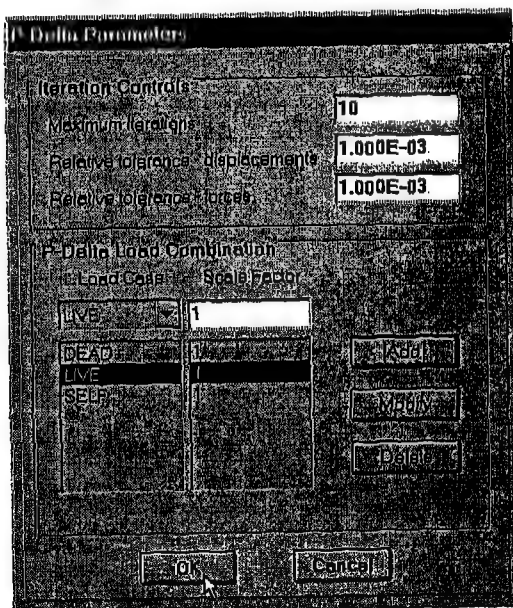
Prestress □

- يتم تخصيص أحمال سبق الاجهاد عن طريق هذا الأمر حيث نتبع الآتي
- (١) نختار العناصر الواقع عليها سبق الاجهاد
 - (٢) ننفذ الأمر حيث يظهر مربع حوار Frame Prestressing Patterns
 - (٣) في مربع الحوار ندخل قيمة الشد في الكابل ثم ندخل إحداثيات نقطة البداية والمنتصف والنهاية للكابل ثم نختار Add

P-Delta Force □

قد بينا بالبواب السابق تأثير الازاحات على القوى الداخلية للعناصر ولكي نتحكم في تأثير هذا المعامل نتبع الآتي

- (١) نحدد العناصر المطلوب تخصيص P-Delta لها
- (٢) ننفذ الأمر فيظهر مربع حوار كما بالشكل (٨٩)



شكل (٨٩)

(٣) في مربع الحوار ندخل البيانات كما يلي

• **Maximum Iterations**

هو عدد مرات إعادة حسابات المنشأ لإدخال تأثير التشكلات

• **Relative Tolerance - Displacements**

السماحة النسبية للاستطالات (أي مدى الاستطالة المسموح به لكي لا نعتبره مؤثر على الاجهادات)

• **Relative Tolerance - Forces**

السماحة النسبية للقوى الداخلية (أي مدى القوى الداخلية الناتجة من التشكلات التي عندها يهمل تأثير التشكلات)

• **P-Delta Load Combination**

ندخل حالات التحميل المطلوب حساب تأثير الاستطالات الناتجة عنها ونلاحظ ان هذه الحالات هي غالبا التي ينتج عنها استطالات كبيرة



ندخل البيانات كما بالشكل (٨٩) ثم نضغط

٣ - تخصيص خواص العناصر القشرية

يتم من هذا الأمر تخصيص البيانات الخاصة بالعناصر القشرية ويشمل مجموعة أوامر فرعية منها .

□ **Local Axis**

للتحكم في المحاور المحلية للعناصر نتبع الاتي

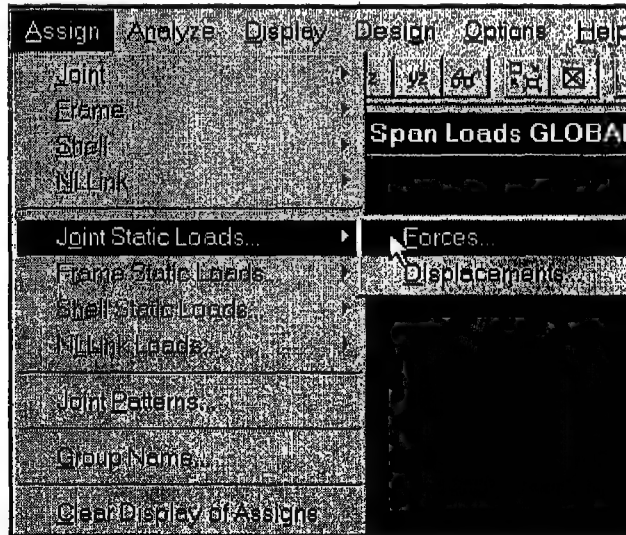
(١) نختار العناصر المطلوب تخصيص محاورها المحلية.

(٢) ننفذ الأمر فيظهر مربع حوار Shell Local Axis

٣) في مربع الحوار ندخل زاوية دوران المحور المحلى ٢ حول المحور المحلى ٣ العمودي على مستوى العنصر بالدرجات والاتجاه الموجب عكس عقارب الساعة عندما يكون محور ٣ يتجه إليك ولا بد من المحافظة على علاقة قاعدة اليد اليمنى للمحاور .


- يمكن من الأوامر الفرعية لهذا الأمر تخصيص الأحمال الواقعة على العناصر القشرية والمواد والقطاعات للعناصر القشرية .

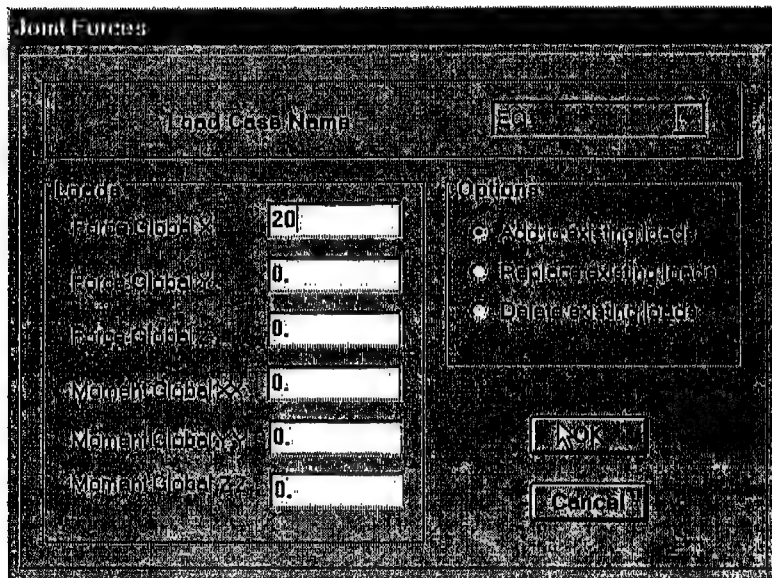
٤ - تخصيص الأحمال المؤثرة على النقاط Assign Joint Static Loads
يتم عن طريق هذا الأمر تخصيص القوى المؤثرة على النقاط والازاحات للنقاط ويحتوى على الأوامر الفرعية الآتية .



شكل (٩٠) قائمة

Forces □

- يتم تخصيص القوى المؤثرة عند النقاط باتباع الاتي
- (١) نختار النقاط المطلوب تخصيص القوى المؤثرة عليها .
 - (٢) ننفذ الأمر أو نضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي
 - (٣) يظهر مربع حوار كما بالشكل (٩١)



شكل (٩١)

- ٤) نختار حالة التحميل المطلوب إدخال الأحمال فيها من

Load Case Name

- ٥) ندخل قيم القوى كما يلي .

• **Force Global X**

القوة في اتجاه محور X

• **Force Global Y**

القوة في اتجاه محور Y

Force Global Z •

القوة في اتجاه محور Z

Moment Global XX •

X العزوم المركزة حول المحور

Moment Global YY •

Y العزوم المركزة حول المحور

Moment Global ZZ •

Z العزوم المركزة حول المحور

Options من منطقة

- نختار Add to existing loads لإضافة الأحمال المدخلة للأحمال الموجودة في نفس الحالة .
- نختار Replace existing loads لكي تحل الأحمال المدخلة محل الأحمال المخصصة سابقا لنفس حالة التحميل .
- نختار Delete existing loads لحذف الأحمال التي تم تخصيصها

Displacement □

يتم تحديد ازاحات النقاط التي ينتج عنها اجهادات داخلية حيث يتم اختيار النقاط ثم تنفيذ الأمر

٥ - تخصيص الأحمال الاستاتيكية المؤثرة على العناصر الاطارية

Assign → Frame Static Loads

يتم تخصيص الأحمال المؤثرة على العناصر الاطارية ويشمل الأوامر الفرعية كما بالشكل (٩٢) :




شكل (٩٢)

Gravity □

لتخصيص الأحمال الذاتية للعناصر واتجاهها حيث نختار حالة التحميل المطلوب إضافة الحمل الذاتي إليها ثم نحدد مضاعف الأحمال الذاتية .

Point and Uniform □

لتخصيص أحمال مركزة وموزعة على العناصر الاطارية نتبع الاتي .

- (١) نختار العناصر المطلوب تخصيص القوى لها
- (٢) ننفذ الأمر أو نضغط الأيقونة من  شريط الأدوات الطافي
- (٣) يظهر مربع حوار كما بالشكل (٩٣)

Point and Uniform Span Loads

Load Case Name: DEAD

Load Type and Direction: ☒ Forces ☐ Moments
Direction: Global Z

Options: ☒ Add to existing loads
☐ Replace existing loads
☐ Delete existing loads

Point Loads:

	1	2	3	4
Distance	0.	.33	.67	1.
Load	0.	-20	-20	0.

☒ Relative Distance from End ☐ Absolute Distance from End

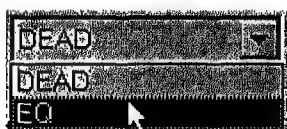
Uniform Load: -1

OK Cancel

شكل (٩٣)

٤) ندخل في مربع الحوار البيانات الآتية

- في منطقة Load Case Name يتم عرض أسماء حالات التحميل



التي تم تعريفها من قبل فنختار
منها حالة التحميل

المطلوب تخصيص أحمال لها حيث تظهر حالات التحميل سابقة
التعريف فقط .

- في صندوق Load Type and Direction نحدد الاختيارات الآتية

- Forces لإضافة قوى
- Moments لإضافة عزوم
- Direction تحديد اتجاهات القوى المدخلة أو المحور الذي يدور حوله العزوم

- في صندوق الاختيارات Options توجد الاختيارات الآتية.
 - Add to existing loads لإضافة الأحمال المضافة إلى الأحمال الموجودة من قبل أو عند إضافة الأحمال للمرة الأولى على اعتبار أن القيمة الموجودة من قبل = صفر
 - Replace existing loads لاستبدال الأحمال المضافة بالأحمال الموجودة على العنصر من قبل .
 - Delete existing loads حذف الأحمال الموجودة من قبل .

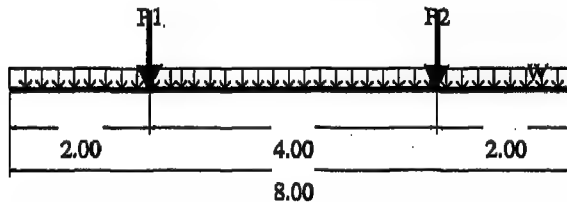
• في صندوق Point Loads

ندخل الأحمال المركزة على العنصر في حدود أربعة أحمال بحيث يتم تحديد مسافة كل حمل من بداية العنصر كبعد مطلق أو كنسبة من طول العنصر (افتراضي) ولوضع بعد مطلق نختار

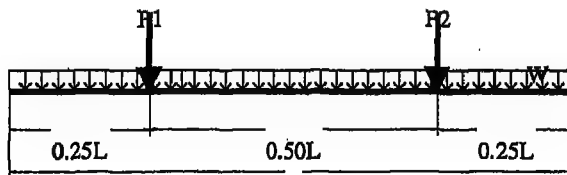
Absolute Distance from End-I

ولوضع الأحمال كنسب من طول العنصر نختار

Relative Distance from End-I



Absolute Distances



Relative Distances

شكل (٩٤)

ثم ندخل قيم الأحمال حسب الوحدات الحالية التي تم تحديدها

• في صندوق Element Loads

ندخل قيمة الحمل الموزع على كامل العنصر بالوحدات المعرفة مسبقا .



ثم نضغط

□ Trapezoidal

نتبع نفس خطوات تخصيص الحمل المنتظم حيث يظهر مربع حوار مشابه

لمربع الحوار الخاص بالحمل المنتظم .

□ Temperature

لتحديد التغيرات في درجات الحرارة حيث نختار العناصر ثم ننفذ الأمر وفي

مربع الحوار الناتج نختار حالة التحميل التي يتم تعريف الأحمال فيها ثم نحدد

التردد الحراري في اتجاه المحاور ٢ و ٣ للعناصر

□ Prestress

تحديد معاملات سبق الاجهاد للعناصر المختارة .

٦ - تخصيص الأحمال الاستاتيكية المؤثرة على العناصر القشرية


Assign → Shell Static Loads

يتم عن طريق هذا الأمر تخصيص الحمل الاستاتيكية المؤثرة على العناصر القشرية ومنها .

Gravity □

لتحديد الحمل الذاتي للعناصر التي يتم اختيارها

Uniform □

لتخصيص الأحمال الموزعة ومنتظمة بوحدة القوة على وحدة المساحة وتحديد اتجاهها يتم اختيار العناصر ثم تنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي

Pressure □

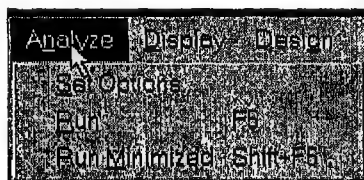
يتم عن طريق هذا الأمر تخصيص أحمال الضغوط على العناصر القشرية ضغوط السوائل . ويتم ذلك كما يلي

- (١) نختار العناصر المطلوب تخصيص الضغوط عليها
- (٢) ننفذ الأمر فيظهر مربع حوار Shell Pressure Loads
- (٣) من مربع الحوار ندخل البيانات التالية

- نختار حالة التحميل من بين الحالات التي تم تعريفها
- نحدد نوع الضغط إما ضغط على العناصر فندخل قيمته أو ضغط على نقاط العناصر فندخل القيمة عند كل نقطة .

◀ قائمة التحليل الإنشائي Analyze Menu:

بعد إتمام إعداد الموديل الإنشائي للمنشأ وتحديد الأحمال وحالات القيود ونقاط الارتكاز وخلافه، يتم بدأ عملية التحليل الإنشائي للمنشأ وذلك للحصول على ردود الأفعال الداخلية والإزاحات والإجهادات الحادثة لعناصر المنشأ.



شكل (٩٥) قائمة Analyze

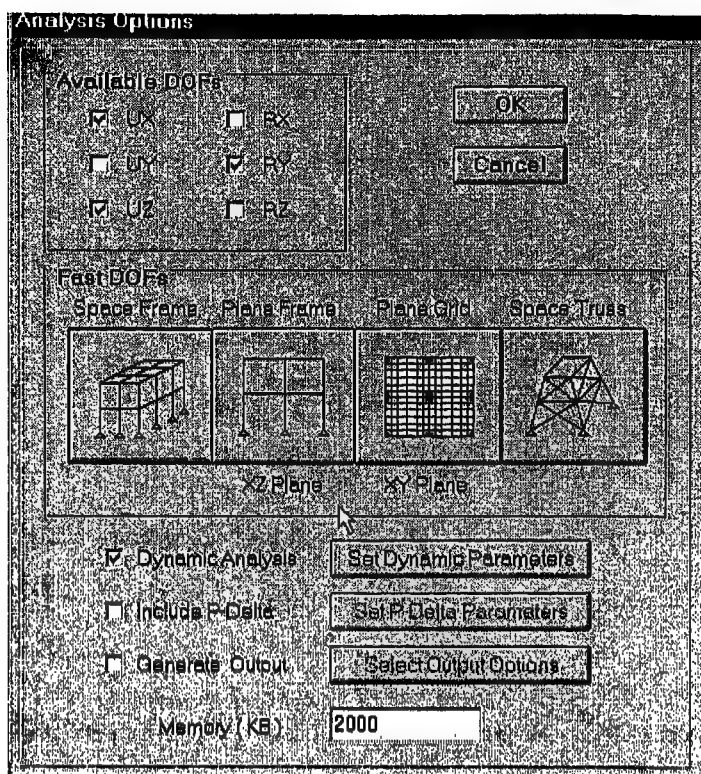
وقبل بدأ عملية التحليل يتم تحديد خيارات التحليل من خلال هذه القائمة ومن هذه الخيارات:

- ☐ تحديد درجات الحرية Degrees of Freedom
- ☐ متغيرات تحليل الموديل Model Analysis Parameters
- ☐ متغيرات التحليل بأخذ تأثير الإزاحات على القوى
- P-Delta Analysis Parameters**
- ☐ نتائج التحليل المطلوب إظهارها في ملف المخرجات
- ☐ حجم الذاكرة RAM المطلوب استخدامه.

ويتم ذلك كما يلي .

(١) ننفذ الأمر Analyze → Options

(٢) يظهر مربع حوار كما بالشكل (٩٦)



شكل (٩٦)

٣) في شكل (٩٦) ندخل البيانات كما يلي

- في منطقة **Available DOFs** يتم تحديد درجات الحرية المتاحة استخدامها في المنشأ حيث درجات الحرية الغير مسموح بها لا يتم اختيارها أي تكون مقيدة فبالتالي لا يتكون لها معادلات أثناء الحل مما يوفر وقت وحجم الحل.
- في منطقة **Fast DOFs** يمكن تحديد درجات الحرية المتاحة بطريقة أسرع حيث نختار شكل المنشأ من الأشكال الجاهزة.
- لتحديد خواص التحليل الديناميكي نختار **Dynamic Analysis** ثم نضغط **Set Dynamic Parameters** لتحديد هذه الخصائص.

• لتحديد تأثير الازاحات على القوى الداخلية نختار

Include P-Delta ثم نضغط على P-Delta Parameters حيث

يظهر مربع حوار كما بالشكل (٨٩) .

بعد الانتهاء من تحديد الخيارات نبدأ عملية الحل بتنفيذ الأمر

Analyze → Run

أو نضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الرئيسي .

حيث يبدأ البرنامج في التحليل وتظهر نافذة عرض خطوات الحل كما بالشكل (٩٧)

عند بدأ عملية التحليل يقوم البرنامج بحفظ ملف المنشأ في صيغة قاعدة

بيانات ساب ٢٠٠٠ ثم يبدأ مراجعة الملف ثم التحليل، وخلال ذلك تظهر على

الشاشة رسائل تفيد بتطور عمليات التحليل حتى اكتمالها تماماً وظهور رسالة

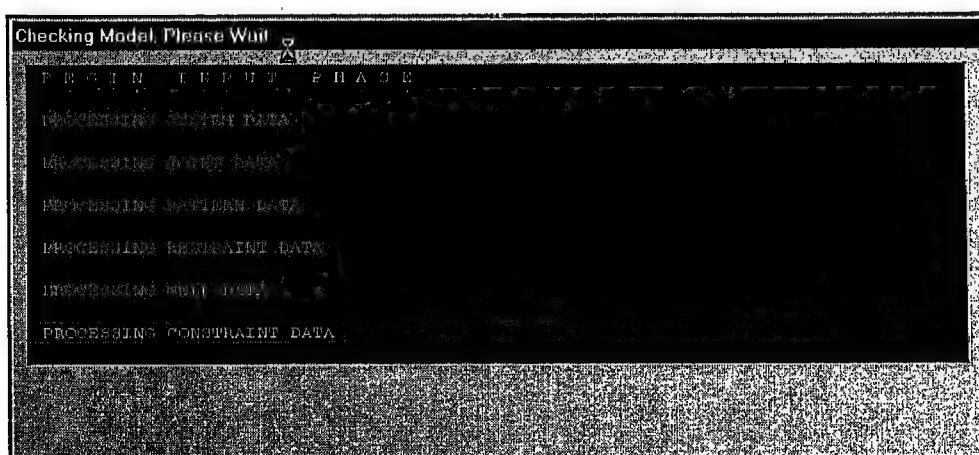
اكتمال التحليل.

أثناء عملية التحليل لا يمكن تنفيذ أي من إمكانيات البرنامج الأخرى، ولكن

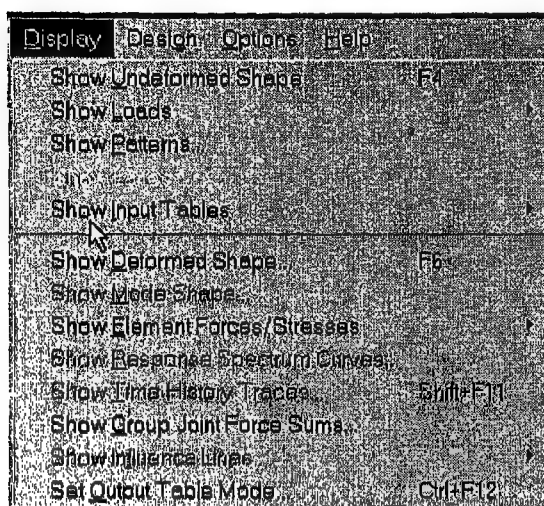
بالطبع يمكن تشغيل أي من برامج النوافذ الأخرى، وفي حالة تحليل منشأ كبير نوعاً

يمكن اختيار RUN Minimized ، وتشغيل برنامج آخر في نفس الوقت.

شكل (٩٧) شاشة مراحل تحليل المنشأ



← قائمة العرض :Display Menu



شكل (٩٨) قائمة العرض Display

تستخدم قائمة العرض لاستعراض شكل المنشأ ونتائج التحليل البيانية أو المجدولة وكذلك لطباعة أيًا من هذه المخرجات، ومن خلال هذه القائمة يمكن التعامل مع جميع خيارات عرض وطباعة المخرجات.

وكما سبق الحديث يمكن استعراض عدة أشكال للمنشأ من زوايا نظر مختلفة وطباعتها جميعاً، وكذلك يمكن طباعة نتائج التحليل بيانياً بما في ذلك شكل الانحناءات للمنشأ والقوى الداخلية للعناصر ورسم كنفوري للإجهادات أو العزوم للعناصر القشرية، كما يمكن عمل رسوم بيانية متحركة لأشكال الانحناءات Deformed Shape Animation .

أما النتائج المجدولة فيمكن الحصول على نتائج التحليل لكل عنصر أو نقطة على حده من خلال نافذة خاصة وذلك مع كل نقرة بالزر الأيمن للماوس لعنصر أو نقطة، ونافذة النتائج التي تظهر على الشاشة يمكن طباعتها بسهولة. أما طباعة المدخلات أو النتائج لكامل عناصر أو نقاط المنشأ أو مجموعة اختيارية منها فيتم من خلال قائمة الملفات File Menu ، وفي حال عدم إختيار عناصر أو نقاط محددة يتم الطباعة لكافة عناصر ونقاط المنشأ.

وتشمل قائمة Display الأوامر الآتية .

Show Undeformed Shape □



لعرض العناصر بدون تشكلات نفذ الأمر أو نضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافي .

Show Loads □

يستخدم هذا الأمر في عرض القوى المؤثرة على العناصر بالرسم حيث نحدد حالة التحميل المطلوب عرضها ويمكن عرض قيم الأحمال

Show Input Tables □

يتم عرض المدخلات في صورة جدول

Show Deformed Shape □

لعرض تشكلات المنشأ تحت تأثير حالات التحميل المختلفة ويتم ذلك

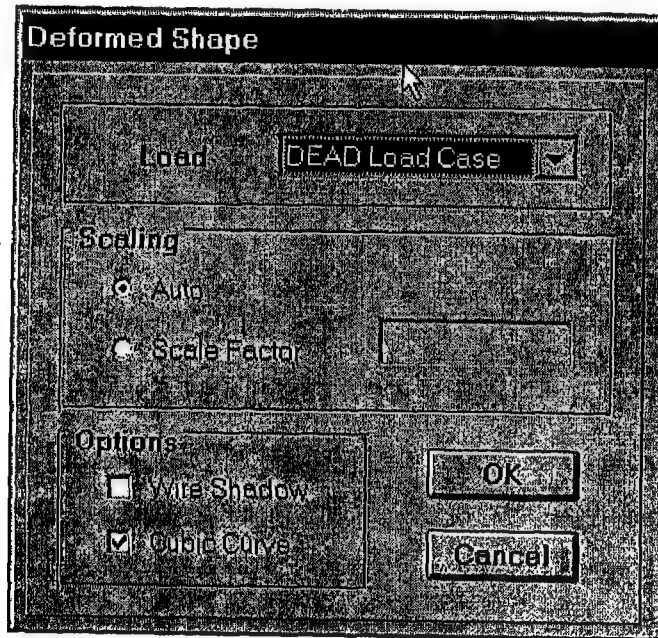
باتباع الخطوات التالية

(١) ننفذ الأمر أو نضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافي

(٢) يظهر مربع حوار كما بالشكل (٩٩)

٣) فى شكل (٩٩) ندخل البيانات التالية:

- أمام Load يتم تحديد حالة التحميل التى يتم عرض تشكلاتها
- فى منطقة Scale نحدد مقياس الرسم حيث يتم التحكم فى شكل الرسم.
- فى منطقة Options نختار Wire Shadow لى تظهر عناصر المنشأ والتشكلات معا ونختار Cubic Curve لىظهر التشكلات كمنحنيات تامة.



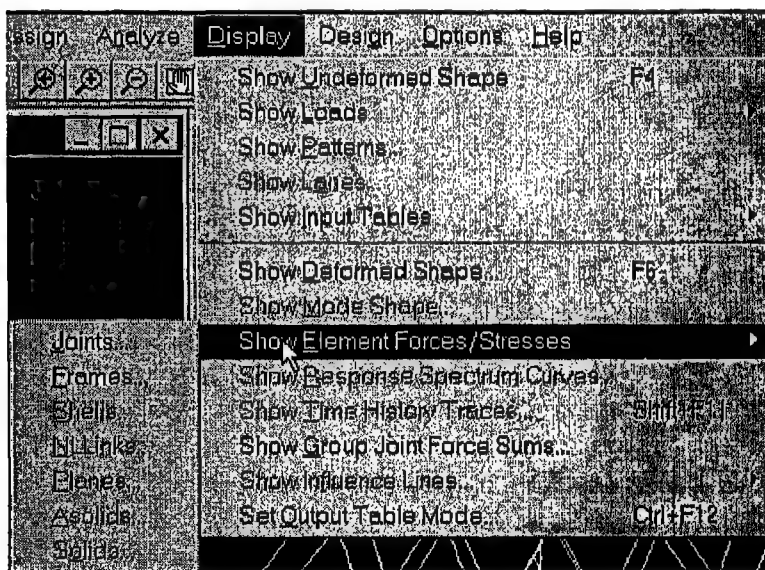
شكل (٩٩)

- ٤) بعد الانتهاء من بيانات مربع الحوار السابق تظهر تشكلات المنشأ فى نافذة العرض النشطة ولعرض تفاصيل نقطة معينة نضغط عليها بزر الماوس الأيمن فتظهر نافذة بيانات كما بالشكل (١٠٠)

Joint Displacements				
Joint ID: 8				
	X	Y	Z	
Trans	2.21670	0.00000	0.02371	
Rotn	0.00000	0.00860	0.00000	

شكل (١٠٠)


Show Element Force/Stresses □



شكل (١٠١)

يتم عن طريق هذا الأمر عرض القوى الداخلية للعناصر والنقاط ومن أوامره الفرعية

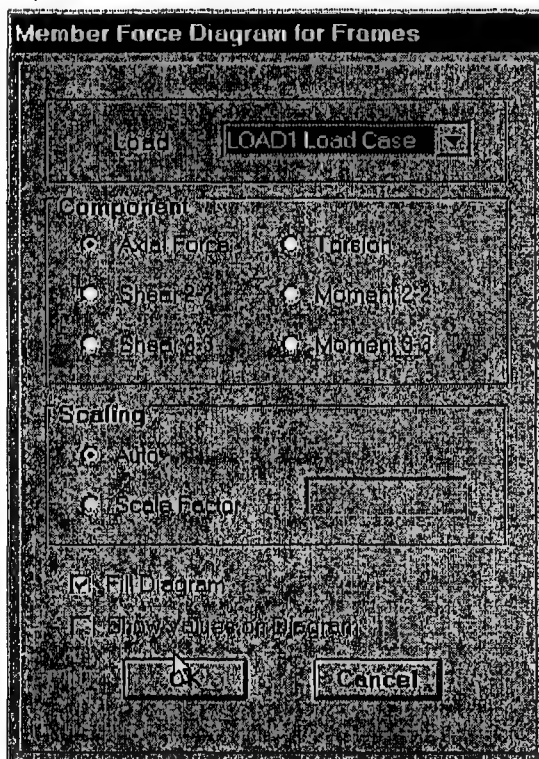
Frames -

لعرض القوى الداخلية والاجهادات للعناصر الاطارية حيث نتبع الآتي:
 ١) ننفذ الأمر أو نضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي

(٢) يظهر مربع حوار كما بالشكل (١٠٢)

(٣) ندخل بيانات مربع الحوار كما يلي :

- أمام Load نحدد حالة التحميل المطلوب عرض القوى الناتجة عنها.
- فى منطقة Components نختار القوى المطلوب عرضها.
- فى منطقة Scale نحدد مقياس رسم الأشكال.
- نختار Fill Diagram لعرض الرسم مظل.
- نختار Show Values on Diagram لكتابة القيم على الرسم.



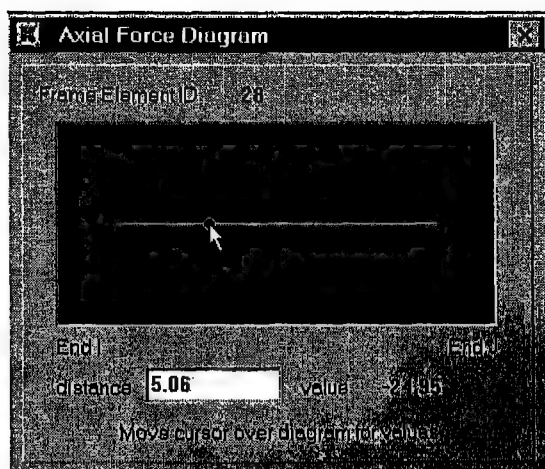
شكل (١٠٢)

(٤) بعد الانتهاء من البيانات وضغط  يتم عرض القوى على

SAP2000


برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

العناصر ولعرض قيم تفصيلية لعنصر نضغط عليه بزر الماوس الأيمن فيتم عرض العنصر كما بالشكل (١٠٣) وكلما حركنا الماوس على نقطة تظهر بياناتها على نافذة البيانات




شكل (١٠٣)

• Shells

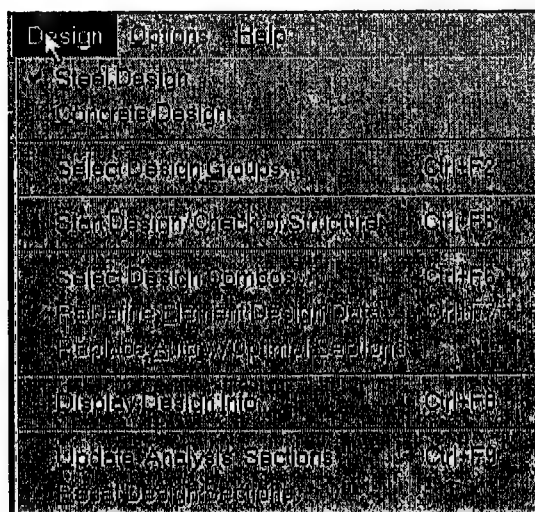
لعرض القوى والاجهادات للعناصر القشرية حيث يتم عرضها بشكل خرائط كنتورية ويمكن تنفيذ الأمر بضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافى .

• Joints

يتم عرض ردود الأفعال للنقاط ويمكن تنفيذ الأمر بضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافى .

◀ قائمة التصميم Design Menu

تستخدم قائمة التصميم شكل (١٠٤) لتصميم القطاعات المعدنية أو الخرسانية حسب متطلبات أكواد التصميم العالمية المختلفة، ولا يتم التصميم إلا بعد انتهاء تحليل المنشأ.



شكل (١٠٤) قائمة Design

يتم من خلال هذه القائمة التحكم فى عملية التصميم ومنها يتم تحديد نوع التصميم سواء كان تصميم منشأ معدني (Steel Design) أو تصميم منشأ خرساني (Concrete Design) .

□ بالنسبة للمنشآت المعدنية يتم إختيار القطاعات الأقل وزنا من مجموعة القطاعات التي تم تحديدها مسبقا للبرنامج بمعرفة المستخدم وإعادة تحليل المنشأ مرة أخرى طبقا للقطاعات التي تم اختيارها ثم مراجعة التصميم مرة أخرى.

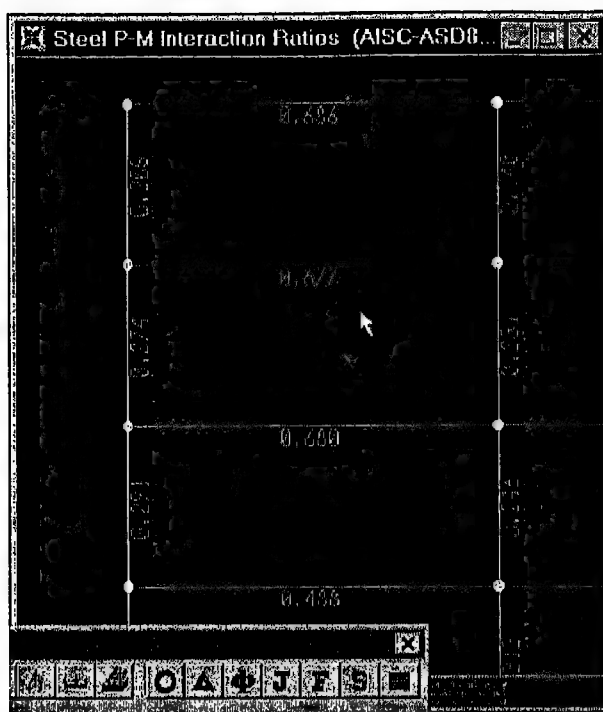
□ أما بالنسبة للقطاعات الخرسانية للعناصر الإطارية فيتم تحديد مساحة حديد التسليح الطولي والتسليح الخاص بالقص أوتوماتيكيا طبقا لتوصيات الكود المستخدم، وليس من الضروري إعادة التحليل مرة أخرى.

- بعد انتهاء التحليل يقوم البرنامج بإغلاق الملف أوتوماتيكيا لحمايته من أية تعديلات، ويمكن للمستخدم إغلاق الملف بنفسه لمنع أية تعديلات قد تتم بمعرفة الغير، أو إلغاء هذا الإغلاق لمتابعة العمل أو إجراء تعديلات، ويتم تشغيل هذه الخاصية من شريط الأدوات الرئيسي.
- عند الرغبة في إلغاء هذا الغلق يرسل البرنامج رسالة تحذير لأنه سيقوم بمسح نتائج التحليل، عند عدم الرغبة في ذلك يمكن حفظ الملف بإسم آخر ومن ثم إلغاء الغلق للملف بالاسم الجديد وإجراء ما يلزم من تعديلات على الملف الجديد.

ومن أوامر هذه القائمة

Start Design/Check of Structure □

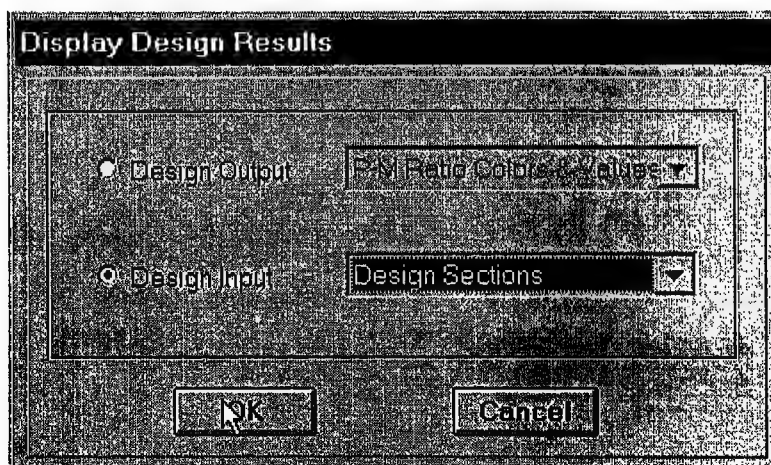
عند تنفيذ هذا الأمر يتم عمل اختبار للاجهادات الواقعة على العناصر التي يتم اختيارها أو جميع العناصر في حالة عدم اختيار أي عناصر. ويتم ذلك بناء عن القطاعات التي تم تخصيصها لهذه العناصر ويظهر على العناصر نسبة الاجهاد (النسبة بين الاجهاد الحقيقي على القطاع والاجهاد الأقصى الذي يتحملة هذا القطاع ولذلك حتى يصبح القطاع آمن لا بد أن تكون هذه النسبة اقل من واحد كما بالشكل (١٠٥).



شكل (١٠٥) نسب الاجهادات

Display Design Info □

للتحكم في عرض بيانات التصميم على الرسم ننفذ الأمر فيظهر مربع الحوار كما بالشكل (١٠٦)

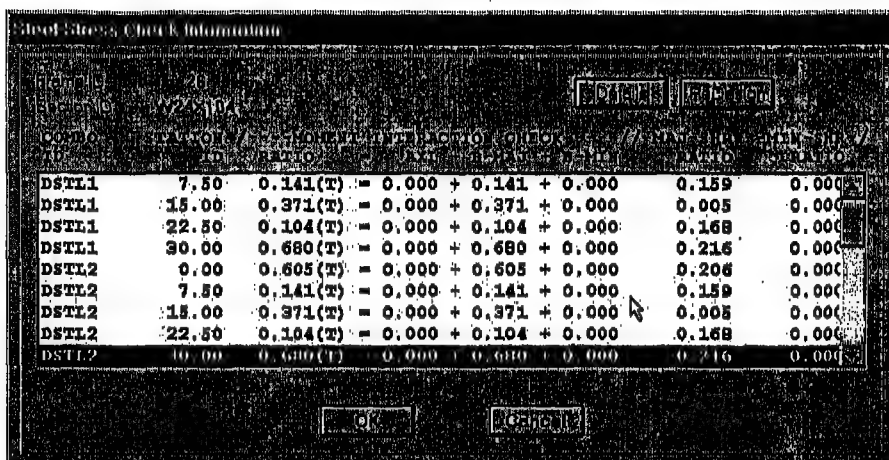


شكل (١٠٦)

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

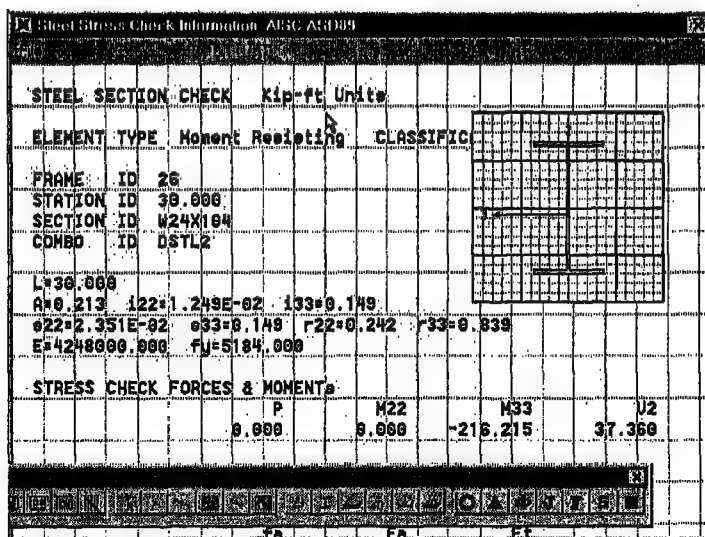
في مربع الحوار شكل (١٠٦) ندخل البيانات المطلوب عرضها وعندما نرغب في عرض بيانات تفصيلية عن عنصر معين نضغط عليه بزر الماوس الأيمن فيتم عرض البيانات كما بالشكل (١٠٧)



Element ID	Station	Stress Check Results
DSTL1	7.50	0.141(T) = 0.000 + 0.141 + 0.000
DSTL1	15.00	0.371(T) = 0.000 + 0.371 + 0.000
DSTL1	22.50	0.104(T) = 0.000 + 0.104 + 0.000
DSTL1	30.00	0.680(T) = 0.000 + 0.680 + 0.000
DSTL2	0.00	0.605(T) = 0.000 + 0.605 + 0.000
DSTL2	7.50	0.141(T) = 0.000 + 0.141 + 0.000
DSTL2	15.00	0.371(T) = 0.000 + 0.371 + 0.000
DSTL2	22.50	0.104(T) = 0.000 + 0.104 + 0.000
DSTL2	30.00	0.680(T) = 0.000 + 0.680 + 0.000

شكل (١٠٧) بيانات تصميمية لعنصر

حيث يتم عرض البيانات على كامل الطول عند قطاعات مختلفة ولعرض بيانات تفصيلية لقطاع لختار هذا القطاع ثم نضغط Details فيبدو كما بالشكل (١٠٨).

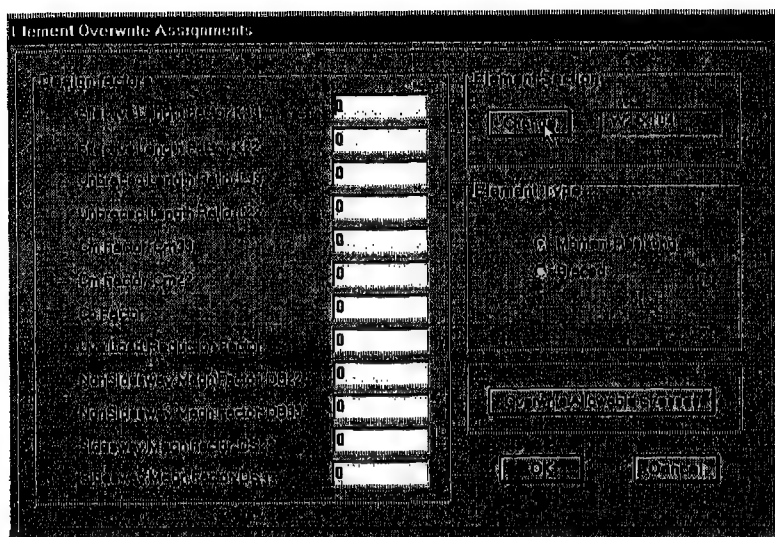


Element ID	Station	Stress Check Results
DSTL2	0.00	0.605(T) = 0.000 + 0.605 + 0.000
DSTL2	7.50	0.141(T) = 0.000 + 0.141 + 0.000
DSTL2	15.00	0.371(T) = 0.000 + 0.371 + 0.000
DSTL2	22.50	0.104(T) = 0.000 + 0.104 + 0.000
DSTL2	30.00	0.680(T) = 0.000 + 0.680 + 0.000

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS			
P	M22	M33	U2
9.000	9.000	-218.215	37.360

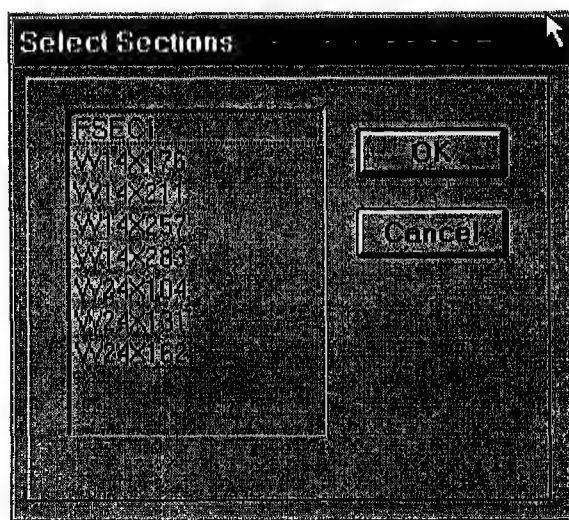
شكل (١٠٨)

وعند الرغبة فى إعادة تصميم قطاع نضغط ReDesign فيظهر مربع حوار كما بالشكل (١٠٩) .



شكل (١٠٩)

ومن شكل (١٠٩) يتم تخصيص قطاع جديد بالضغط على Change فيتم عرض مربع حوار به القطاعات المعرفة-شكل (١١٠) فنختار القطاع الجديد

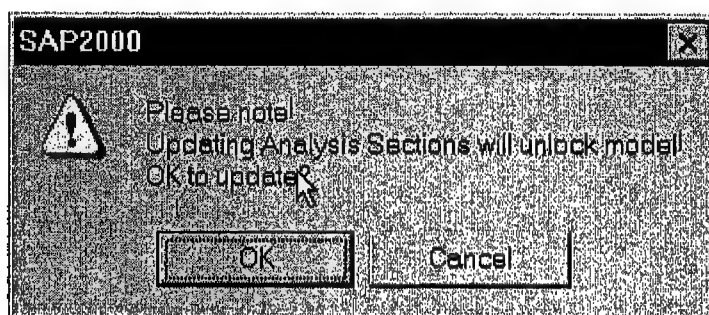


شكل (١١٠)

بعد اختيار قطاعات تصميمية جديدة لا بد من إعادة تصميم العناصر باستخدام الأمر (Update Analyses Sections) من قائمة Design

Update Analyses Sections □

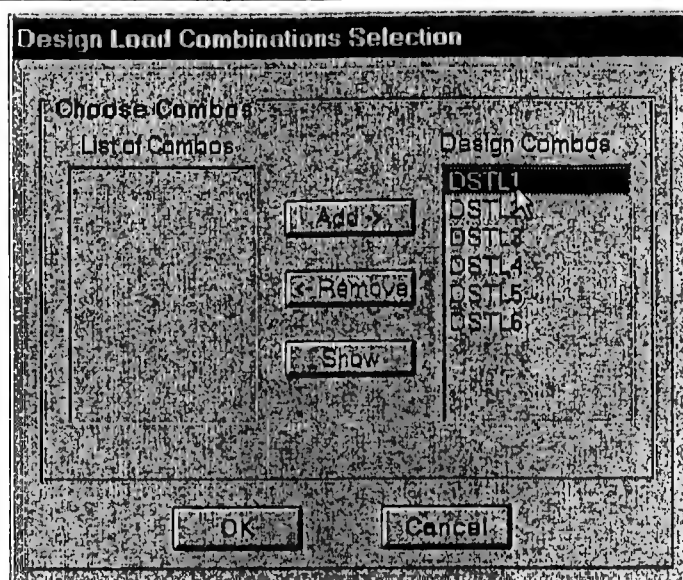
يتم تنفيذ هذا الأمر لإعادة حساب التصميم للعناصر بعد إجراء أي تعديل على البيانات التصميمية للعناصر وعند تنفيذه يتم رفع الحماية (Lock) عن الملف ويعطى الرسالة التحذيرية التالية:



شكل (١١١)

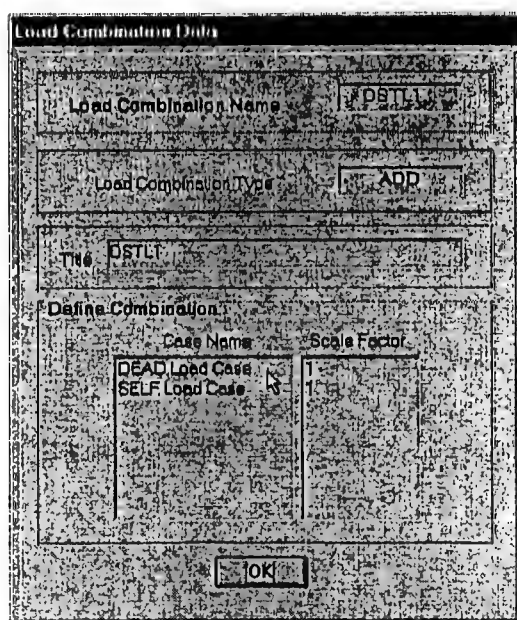
Select Design Combos □

يتم اختيار حالات التحميل المجموعة التي يتم التصميم على أساسها حيث يظهر مربع الحوار كما بالشكل (١١٢).



شكل (١١٢)

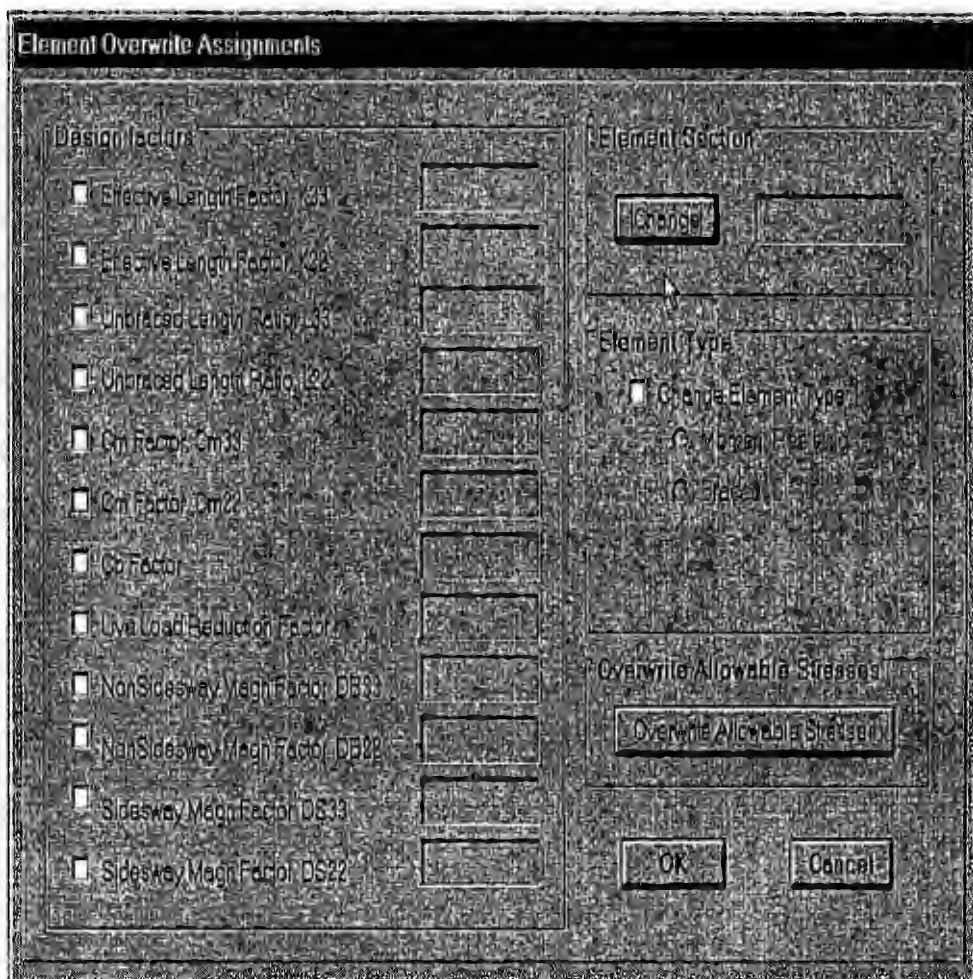
يتم عرض حالات التحميل المتاحة في المنشأ ولعرض تفصيل لحالات التحميل المجمعة نضغط Show فيظهر بيانات الحالة كما بالشكل (١١٣) .



شكل (١١٣)

ReDefine Element Design Data □

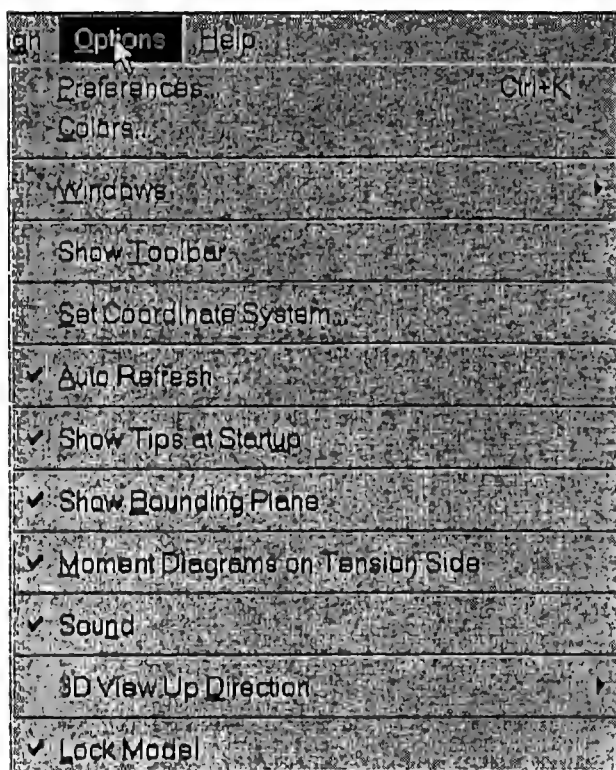
لإعادة تعريف بيانات التصميم لعنصر يتم تنفيذ الأمر حيث يظهر مربع الحوار كما بالشكل (١١٤) .



شكل (١١٤)

Options Menu <

تستخدم قائمة Options فى التحكم فى متغيرات البرنامج وعرض الرسومات وشرائط الأدوات ومعاملات التصميم .

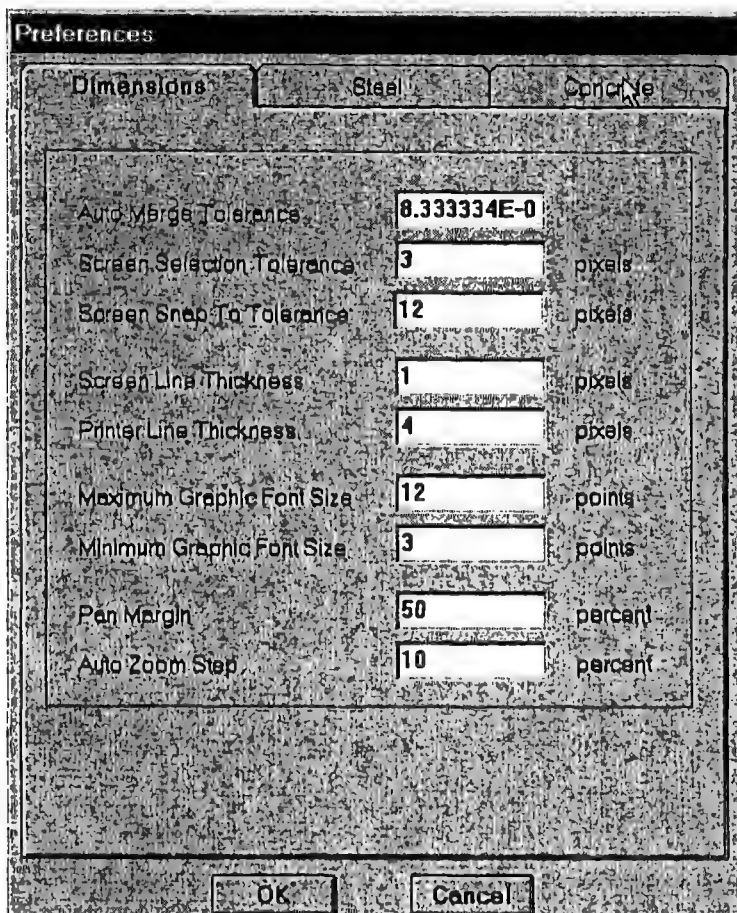


شكل (١١٥) قائمة الخيارات Options

وتشمل هذه القائمة الأوامر الآتية .

Preferences □

يتم عن طريق هذا الأمر التحكم فى متغيرات الرسم ومعاملات التصميم الخرساني والمعدنى وعند تنفيذ الأمر يظهر مربع حوار يحتوى ثلاثة نوافذ كما بالشكل (١١٦) .



شكل (١١٦)

والنوافذ الثلاثة هي :



1 - Dimensions

ويتم عن طريق هذه النافذة التحكم في:

- سمك الخطوط على الشاشة Screen Line Thickness
- سمك الخطوط على الطابعة Printer Line Thickness
- المسافة المسموح بها قبل عمل دمج ذاتي للعناصر Auto Merge Tolerance
- مسافة الاختيار للعناصر Screen Selection Tolerance

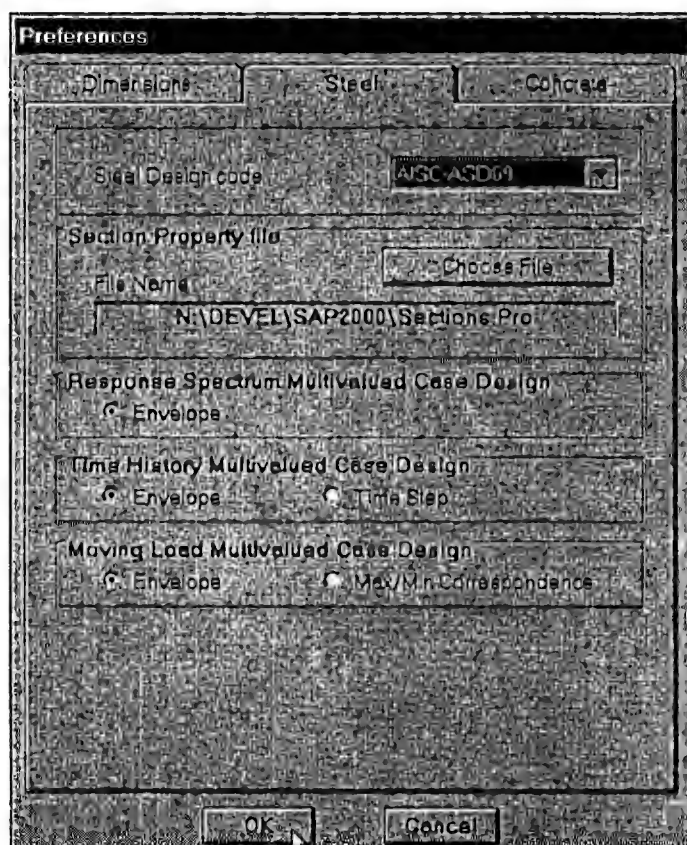
- أقصى حجم للخط

- أقل حجم للخط

- مقدار نسبة التكبير والتصغير عند الضغط على  أو 

2 - Steel

عند الضغط على عنوان النافذة Steel يتم عرض متغيرات تصميم المنشآت المعدنية كما بالشكل (١١٧) .

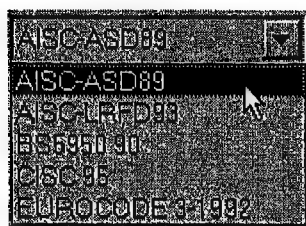


شكل (١١٧) نافذة Steel

من خلال هذه النافذة يمكن التحكم في .

- كود التصميم Steel Design Code

حيث عند ضغط القائمة المنسدلة أمام Steel Design Code تظهر اكواد التصميم المتاحة كما بالشكل (١١٨) .



شكل (١١٨) اكواد التصميم

- تغيير ملف بيانات القطاعات Section Property File بالضغط على Choose File

3 - Concrete

بالضغط على عنوان النافذة Concrete تظهر نافذة للتحكم في معاملات تصميم المنشآت الخرسانية يمكن منها تحديد كود التصميم ومعاملات تقليل الاجهادات Strength Reduction Factors .

Colors □

يتم عن طريق هذا الأمر التحكم في ألوان العرض على الشاشة والطابعة

Show Toolbar □

يتم عرض أو إخفاء شريط الأدوات عن طريق هذا الأمر ولتعديل أي شريط أدوات على الشاشة نضغط عليه بالماوس Double Click بين أيقونتين أو على يمين الأيقونة الأخيرة حيث يظهر مربع حوار يمكن منه إضافة أو حذف الأيقونات وترتيبها ثم إغلاقه .

Set Coordinate System □

للتحكم في وضع المحاور العامة مع المحافظة على تبعية المحاور لقاعدة اليد اليمنى.

HELP MENU



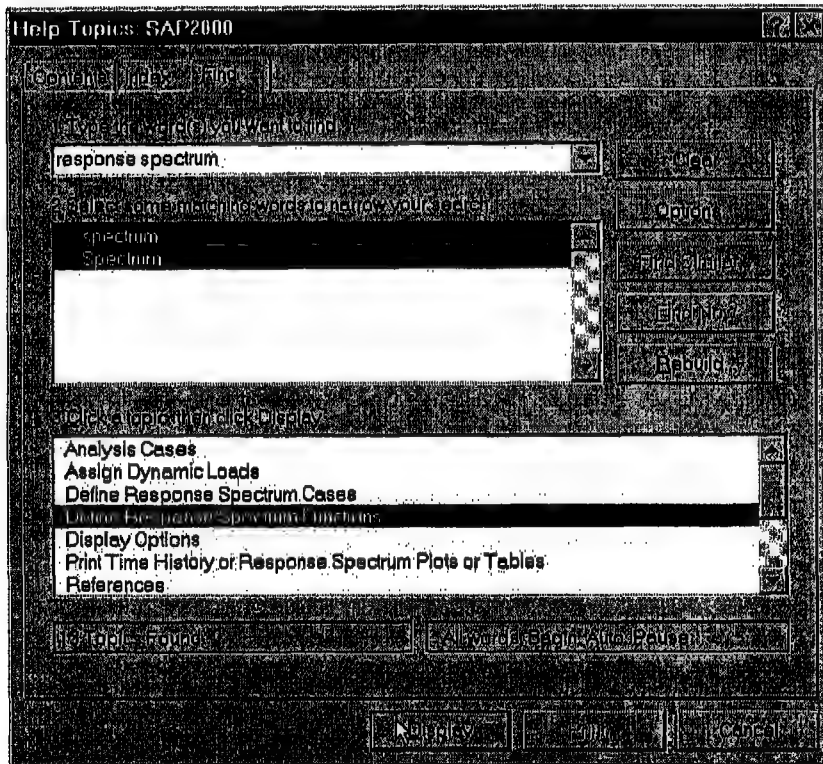
من هذه القائمة يتم الحصول على المساعدة الخاصة بالبرنامج بتنفيذ الأمر

Help → Search for Help on

أو بضغط مفتاح F1 فتظهر شاشة المساعدة كما بالشكل (١٢٠)



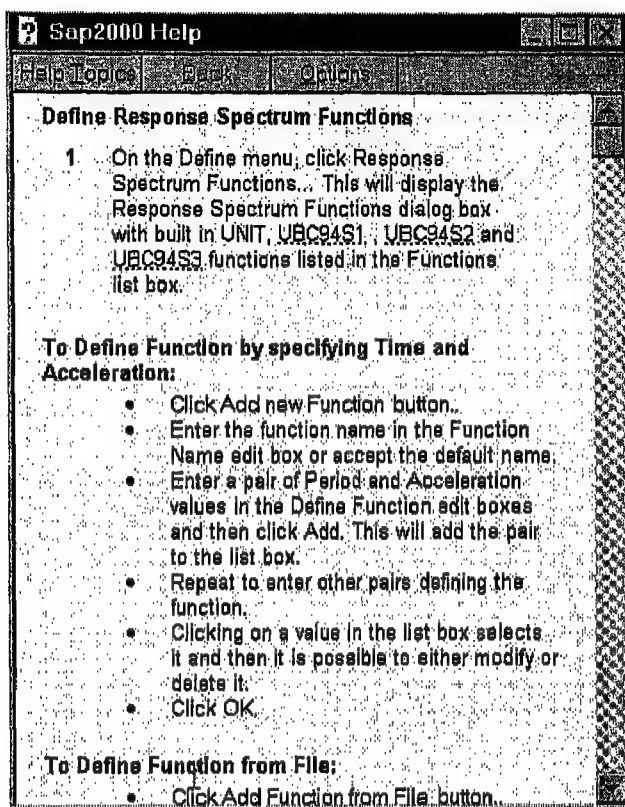
شكل (١١٩) قائمة Help



شكل (١٢٠) شاشة المساعدة

وعند الرغبة في عرض مساعدة عن أمر معين نختاره ثم نضغط Display

فتظهر البيانات التفصيلية كما بالشكل (١٢١) .



شكل (١٢١)

ولعرض بيانات عن برنامج ساب ٢٠٠٠ نفذ الأمر

Help → About SAP2000

٨ - شريط الأدوات الرئيسي :Main Tool Bar

يوفر شريط الأدوات الرئيسي مدخلا سريعا الى أكثر العمليات شيوعا واستخداما في البرنامج، وخاصة عمليات استعراض شكل المنشأ، وفيما يلي بيان هذه الأيقونات ووظيفة كل منها:

لإنشاء ملف جديد	New	
لفتح ملف موجود مسبقا	Open	
لحفظ الملف الحالي	Save	
التراجع عن الخطوة الأخيرة في التنفيذ	Undo	
إعادة الخطوة التي سبق إلغاؤها بأمر Undo	Redo	
إعادة رسم الأشكال وتنشيط الوضع الحالي لشاشات الرسم وفائدة هذه الخاصية تظهر بعد عمليات مسح وقص ولصق الرسومات حيث يتم إعادة الرسم للأشكال الموجودة حاليا.	Refresh	
Lock and Unlock	لحماية بيانات الملف من التغيير أو إلغاء هذه الحماية ويتم عمل هذه الحماية ذاتيا بعد عملية حل المنشأ وتصميمه ولابد من إلغاء الحماية لعمل أي تعديل وإلغاء هذه الحماية يؤدي إلى فقد ملفات المخرجات السابقة.	

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

بداية العمليات الحسابية للمنشأ بعد انتهاء مرحلة
إدخال البيانات.

Run



Zoom Window تكبير جزء من شاشة الرسم عن طريق عمل نافذة



بالموس حول المنطقة المطلوب ملئ الشاشة بها .

تكبير الرسم لأقصى مساحة متاحة داخل النافذة

Zoom All



حيث نتمكن من رؤية جميع عناصر المنشأ داخل
النافذة .

Zoom Previous إعادة آخر شكل معروض على شاشة الرسم.



للتكبير

Zoom In



للتصغير

Zoom Out



لتحريك الشاشة في أي اتجاه مع المحافظة على
نسب التكبير.

Pan



لتحديد نقطة الرؤية ثلاثية الأبعاد لنافذة العرض.

3-D view



تحديد مستوى الرؤية في المستوى x, y


2-D xy Plan




تحديد مستوى الرؤية في المستوى x, z

2-D xz Plan






تحديد مستوى الرؤية في المستوى y, z. 2-D yz plan 

رؤية الشكل كمنظور. Perspective View 

عرض شكل الأجزاء المكونة للمنشأ منكمشة عن أبعادها الأصلية، ويفيد ذلك عند الرغبة في مشاهدة الأجزاء المكونة للمنشأ منفصلة لدراسة العلاقة بينهما. Shrink Elements 

للتحكم في البيانات المعروضة على المنشأ. Set Elements 


لتغيير مستوى النظر للمستوى اللاحق. Up One Gridline 

لتغيير مستوى النظر للمستوى السابق Down One Gridline 
الأيقونتين   يتم من خلالهما التنقل بين مستويات النظر التالية .



٩ شريط الأدوات الطافي :Floating Toolbar


هذا الشريط يمكن ترحيله من مكان لآخر داخل شاشة عرض المنشأ حسب الحاجة، ولذلك سمي طافيا Floating ، ويوفر طريقا مباشرا لبعض العمليات الشائعة الاستخدام لتغيير وتعديل الموديل، ويحتوي هذا الشريط على الأيقونات الآتية:


Pointer  فى حالة تنشيطه يمكننا من اختيار العناصر منفردة بالضغط عليها أو اختيار مجموعة بعمل نافذة حولها.


Select All  اختيار جميع عناصر المنشأ المرسومة.


Previous Selection  تطبيق الاختيار السابق .

Clear Selection  إلغاء جميع الاختيارات .

Intersected Selection  اختيار العناصر التى تتقاطع مع الخط المتكون بين نقطتى الماوس.


Reshape Element  تؤدى إلى اختيار وتحريك العنصر من نقطة واحدة فإذا كانت هذه النقطة منتصف العنصر يتم تحريك العنصر بكامله وإذا كانت إحدى نهايتيه يتم تحريك نهايته فقط.


Add Special Joint  إدخال نقطة مفردة لم يتم تعريفها مع المنشأ فانه عند اختيار شكل هندسى سابق الإعداد (إمكانية جديدة مع Sap2000) قد يكون هناك نقاط أخرى فى المنشأ غير محققة بالمنشأ سابق الإعداد والإمكانية إلحاق هذه النقطة بالمنشأ نستخدم هذه الأيقونة .


Draw Frame Element  رسم عنصر إطاري عن طريق تحديد نهايتيه (تحديد نقطتين بالماوس).

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠


Draw Shell Element  رسم عنصر قشري عن طريق تحديد أركانه بالماوس.

Quick Draw Frame Element  رسم عنصر إطاري بين نقطتين بالضغط على أي نقطة بينهما حيث يظهر مؤشر الماوس بالشكل ↑


Quick Draw Shell Element  رسم عنصر قشري بين ثلاث أو أكثر نقاط بالضغط على أي نقطة بينهم حيث يظهر مؤشر الماوس بالشكل ↑

Assign Joint Restraints  تحديد قيود النقاط.


Frame Section  تخصيص مواصفات قطاع عناصر إطارية.


Shell Element  تخصيص مواصفات قطاع عناصر إطارية.

Assign Joint Loads  تخصيص القوى المركزة عند نقاط المنشأ.

Assign Frame Span Loads  تخصيص القوى المؤثرة على بحر العنصر الاطاري .

Assign Shell Loads  تخصيص القوى المؤثرة على العناصر القشرية.

Show Undeformed Shape  عرض المنشأ في حالته الأصلية قبل حدوث التشكلات .

Display Static Deformed Shape  عرض التشكلات الناتجة عن القوى الاستاتيكية .

لعرض النشكلات الناتجة عن
التحليل الديناميكي.

Display Mode Shapes 

Display Element Force / Stress Diagram 

عرض القوى الداخلية والاجهادات على العناصر الاطارية.

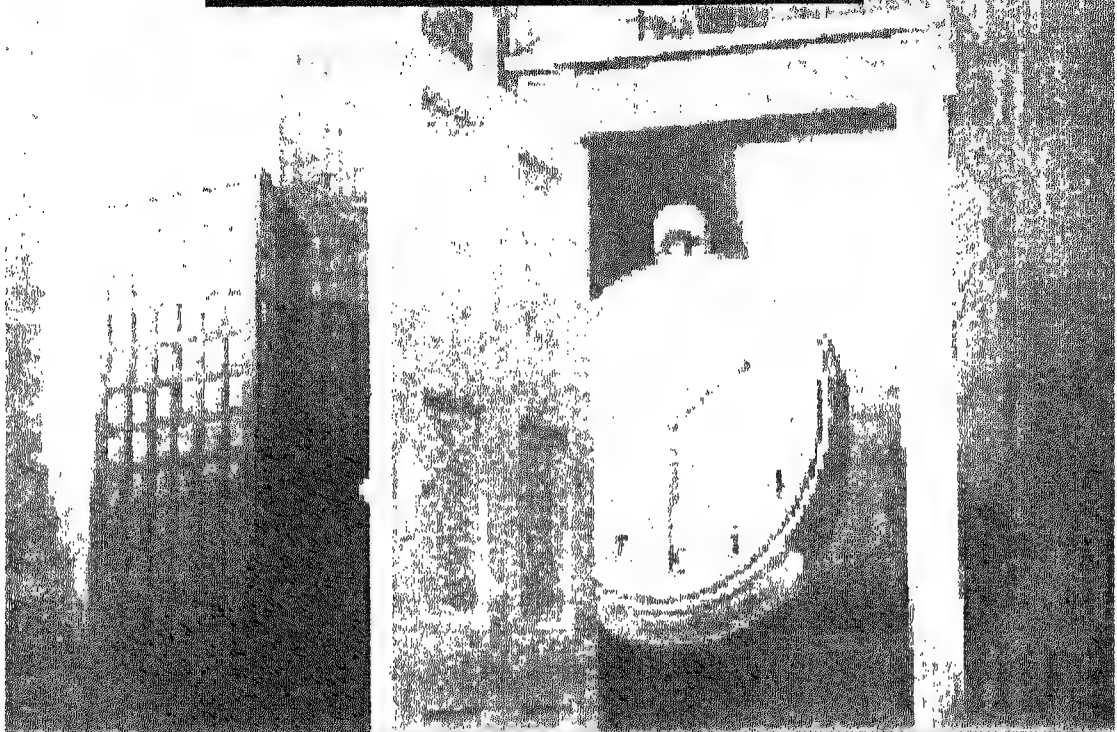
عرض مخرجات النقط والعناصر على في جدول. Set Output Table 

عرض ردود الأفعال عند النقاط. Joint Forces 

Display Shell Element Force / Stress Diagram 

عرض القوى الداخلية والاجهادات على العناصر القشرية

الفصل الرابع



الأمثلة

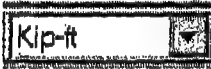
المثال الأول

2 D Multi Story Frame

EXAMP 08-1 2D Half Story Frame

يتم فيما يلي استعراض تفصيلي لكيفية استخدام البرنامج في توصيف وتحليل وتصميم منشأ إيطاري:

- بداية يجب تحديد الوحدات المرغوب استخدامها في إدخال بيانات المسافات والأحمال وكذلك خواص المواد وكافة البيانات التي يحتاجها البرنامج، وتكون هذه الوحدات هي نفسها الوحدات المستخدمة في عرض نتائج التحليل والتصميم للمنشأ، ويتم اختيار الوحدات من قائمة الوحدات :



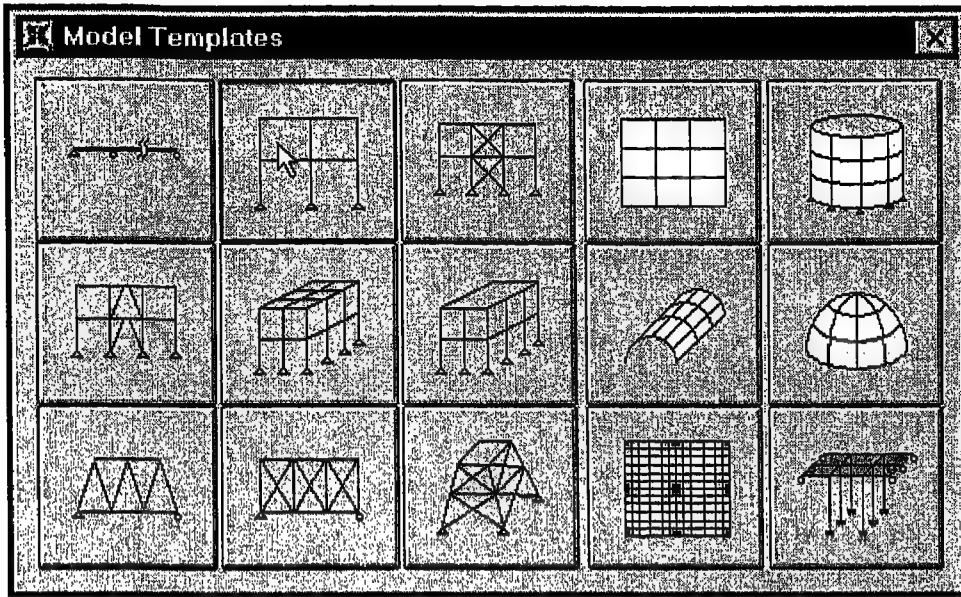
- بعد تحديد الوحدات يتم فتح مشروع جديد وذلك باختيار موديل جديد من

File: New Model from Template قائمة ملف

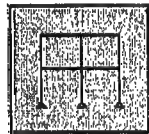
File → New Model from Template

- بمجرد إختيار هذا الأمر تظهر نافذة تحتوي على قوالب (موديلات) جاهزة لمعظم المنشآت الهندسية المعروفة، يتم إختيار إحداها للعمل من خلاله مع توافق إمكانيات واسعة ومرونة عالية للتعديل والإضافة والحذف حتى يتم الوصول للمنشأ المطلوب.

- ونافذة القوالب الجاهزة تكون بالشكل التالي - شكل (١٢٢)



شكل (١٢٢) Template



- يتم اختيار قالب منشأ إطارى

متعدد الطوابق Multi Stories Frame

وبمجرد اختيار القالب يظهر مربع محادثة - شكل (١٢٣) لإدخال البيانات الأساسية للمنشأ المطلوب وتشمل عدد الباكيات وعرض الباكية وعدد الأدوار وارتفاع الدور وإظهار القيود RESTARINTS كى يتم إظهار نقط الركائز ، وإظهار شبكة الخطوط المساعدة Grid Lines للمعاونة في الرسم وتسهيل تحديد الأبعاد بدقة ويتم إدخال القيم المطلوبة والمسافات تحسب الوحدات الحالية المستخدمة.

شكل (١٢٣) إدخال بيانات المنشأ

حيث :

Number of Stories	عدد أدوار المنشأ
Number of Bays	عدد باكيات المنشأ
Story Height	ارتفاع كل دور
Bay Width	عرض كل باكية

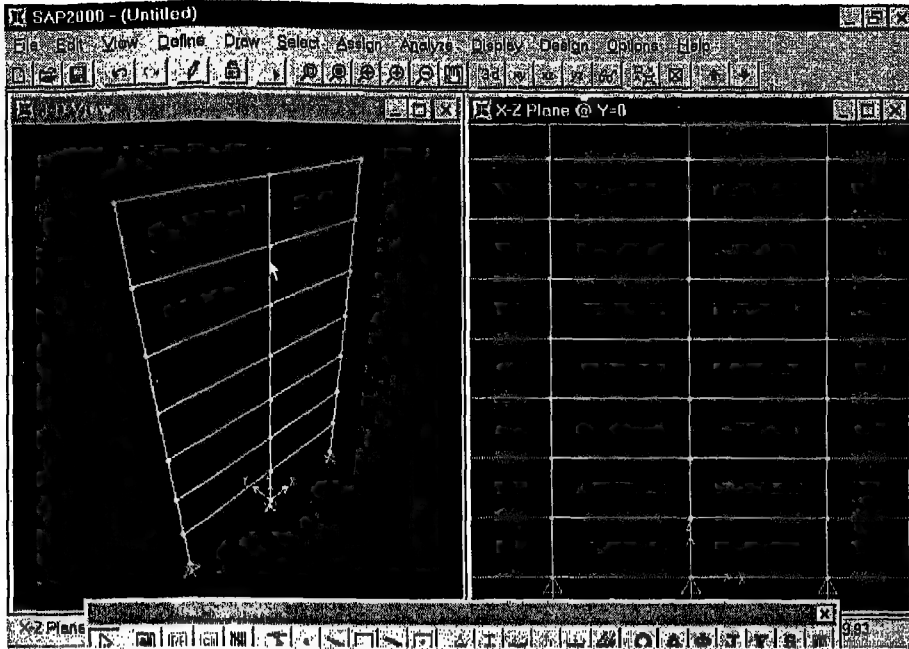
- يتم إدخال القيم المطلوبة فيتم عرض المنشأ في مستوى واحد

(3D View) في نافذة الشاشة اليمنى وفراغيا (2D X- Z Plane @ Y=0)

في نافذة الشاشة اليسرى، وهذا هو وضع العرض الافتراضي للبرنامج ما لم يتم تغييره.

- ويظهر الشكل العام للمنشأ كما بالشكل (١٢٤) وتظهر عناصر المنشأ

كما تظهر حالات القيود Restraints لنقط الارتكاز وشبكة الخطوط المساعدة حيث أنه قد تم اختيار ظهورهما من مربع الحوار السابق:

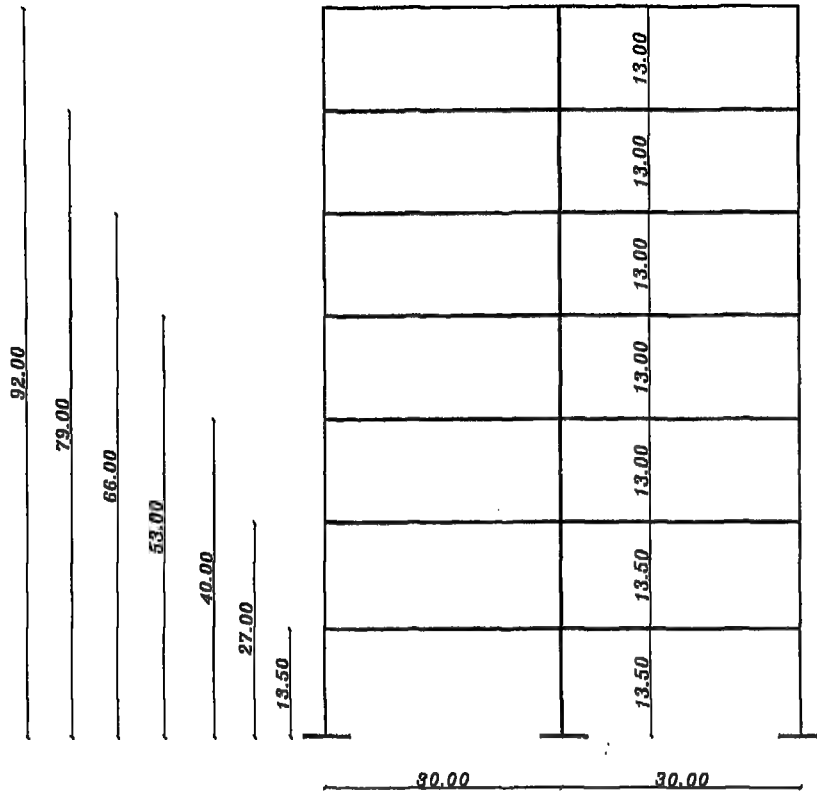


شكل (١٢٤) عناصر المنشأ

◀ تعديل أبعاد المنشأ :

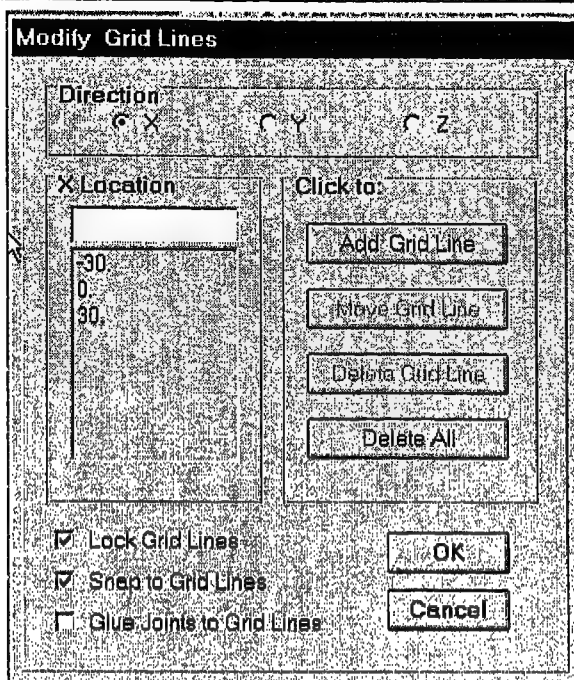
حتى هذه المرحلة تم الحصول على شكل المنشأ المطلوب ولكن بارتفاعات أدوار متساوية وأبعاد باكيات متساوية أيضاً، ولكن عادة ما نحتاج إلى تعديل هذه الأبعاد لمطابقة المنشأ المراد تصميمه منشأ المراد حله .

والمطلوب الآن تحويل المنشأ الحالي بأبعاده المنتظمة إلى الأبعاد الموضحة بالشكل رقم (١٢٥) ويتم ذلك بنقل النقاط إلى وضعها الجديد عن طريق تحريك خطوط الشبكة مع لصق النقاط بها كما يلي:



شكل (١٢٥) الأبعاد المطلوبة للمنشأ

- من قائمة الرسم Draw يتم تعديل شبكة الخطوط المساعدة بالأمر Edit Grid
- يظهر مربع حوار - شكل (١٢٦) لتعديل أبعاد الشبكة في اتجاهات المحاور العامة الثلاثة X,Y,Z وحيث أن المسافات بين الأعمدة كما هي ٣٠ قدم وخطوط الشبكة في اتجاه المحور X تتطابق مع الأعمدة فلا حاجة لإجراء أي تعديل في خطوط الشبكة في هذا الاتجاه، فتظل كما هي، ويتم الانتقال إلى الاتجاهات الأخرى.



شكل (١٢٦) تعديل خطوط شبكة الرسم المساعدة

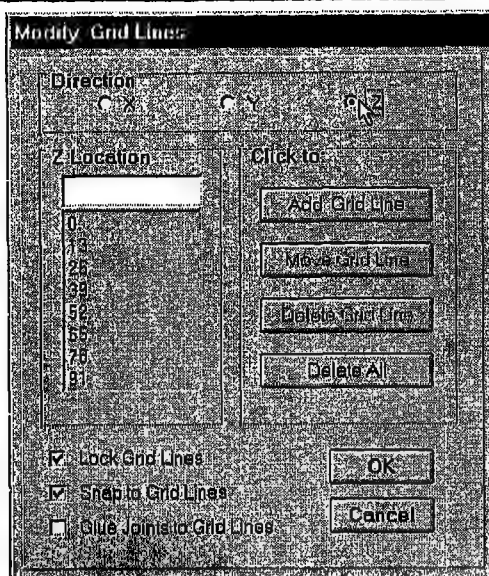
- بالانتقال إلى اتجاه المحور العام Z باختياره من منطقة Direction يظهر مربع الحوار شكل (١٢٧) حيث تظهر إحداثيات خطوط شبكة الرسم متطابقة مع ارتفاعات الأدوار المحددة مسبقاً، ولتعديلها لتتطابق مع ارتفاعات المنشأ المطلوب يتم ما يلي:

١. يتم أولاً ربط نقاط المنشأ بشبكة الرسم لتتحرك معها وذلك من خلال الاختيار ☒ Glue Joints to Grid Lines من مربع الحوار.

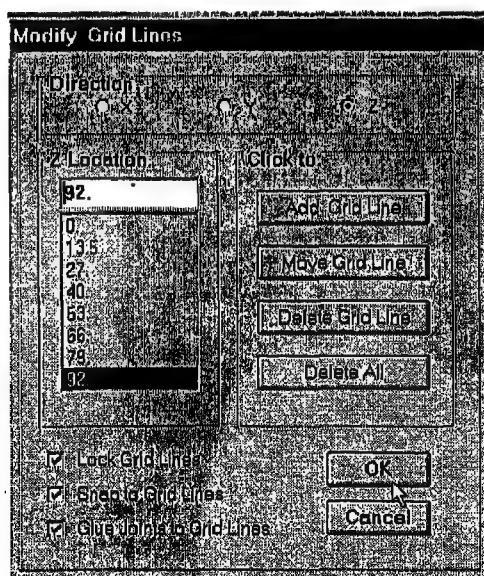
٢. لتعديل ارتفاع الدور الأول من ١٣ إلى ١٣,٥ يتم إختيار القيمة ١٣ ثم

تعديلها إلى ١٣,٥ ثم نقر المربع

٣. بنفس الطريقة يتم تعديل ارتفاعات باقي الأدوار- شكل (١٢٨).



شكل (١٢٧) شبكة خطوط الرسم في اتجاه المحور Z
 باختيار **OK** يتم تعديل الشكل لشبكة خطوط الرسم والعناصر
 أيضا حسب القيم الجديدة .



شكل (١٢٨) شبكة خطوط الرسم المساعدة بعد التعديل


SAP2000

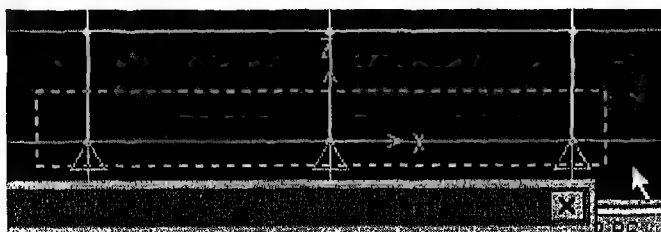
برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

وبعد استعراض شكل المنشأ يمكن معرفة معلومات تفصيلية عن أي عنصر فيه بمجرد النقر عليه بالماوس، فيتم عرض بيانات عن رقم العنصر ورقم نقطة البداية ورقم نقطة النهاية وطول العنصر، وذلك من خلال مربع بيانات كما بالشكل رقم (١٢٩).

شكل (١٢٩) خصائص عنصر إطاري

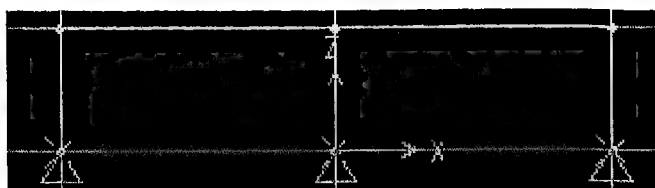
تحديد قيود النقاط: Restraints

يتم من خلال عملية تحديد القيود تحديد نوعية نقاط الارتكاز للمنشأ إضافة إلى توفير وقت التحليل من خلال تقييد الاتجاهات المعلوم مسبقاً عدو وجود حركة باتجاهها، ولكي يتم تحديد نقاط الارتكاز الثابتة Fixed Supports لهذا المنشأ يجب إختيارها أولاً بعمل نافذة إختيار حولها وذلك بالضغط على  ثم عمل نافذة الاختيار باستخدام الماوس كما بالشكل (١٣٠) .




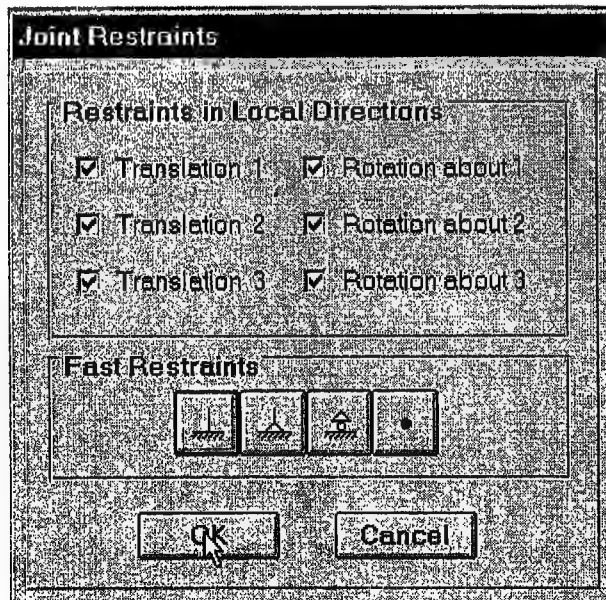
شكل (١٣٠)

تبدو النقاط المختارة وعليها علامة x للتمييز عن باقي النقاط - شكل (١٣١) .



شكل (١٣١) النقاط المختارة

لتحديد القيود للنقاط المختارة نضغط على الأيقونة  في شريط الأدوات الطافي Floating Tool Bar حيث يظهر مربع حوار لتحديد القيود المطلوبة - شكل (١٣٢) حيث تظهر أنواع من نقاط الارتكاز للاختيار السويح أو يتم إختيار القيود الستة كل على حده.



شكل (١٣٢) تحديد قيود نقاط الارتكاز

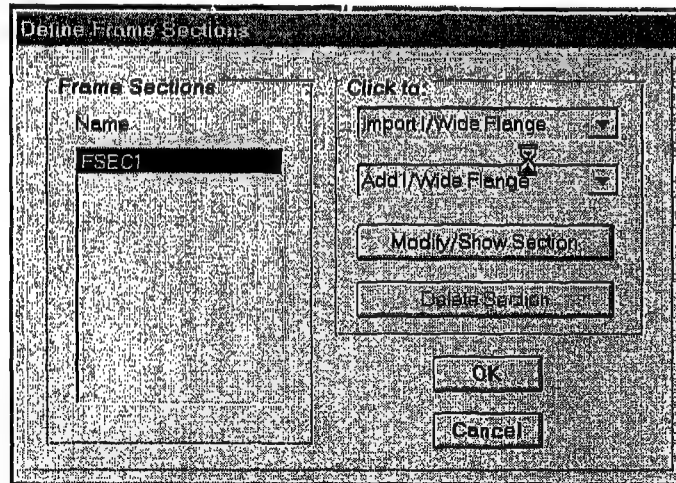
➤ تحديد قطاعات العناصر الإطارية:

قبل بدأ التحليل الإنشائي للمنشأ يجب تخصيص قطاعات افتراضية لعناصر المنشأ يتم على أساسها حساب خواص القطاعات والإجهادات المتوقعة، وكذلك تحديد الأحمال الواقعة على المنشأ، ولتحديد قطاعات العناصر يجب بداية إختيار مجموعة من القطاعات وتحديد لها لتخصيص المناسب منها فيما بعد لعناصر المنشأ.

وتعريف القطاعات يمكن أن يتم ببساطة باستدعائها من إحدى قواعد البيانات الملحقه بالبرنامج والسابق الحديث عنها، ويتم ذلك من خلال الأمر Frame Section من قائمة التعريف Define.

Define → Frame Section

فيتم ظهور مربع حوار شكل (١٣٣) يتم من خلاله يتم إدراج القطاعات المطلوبة كما يلي:

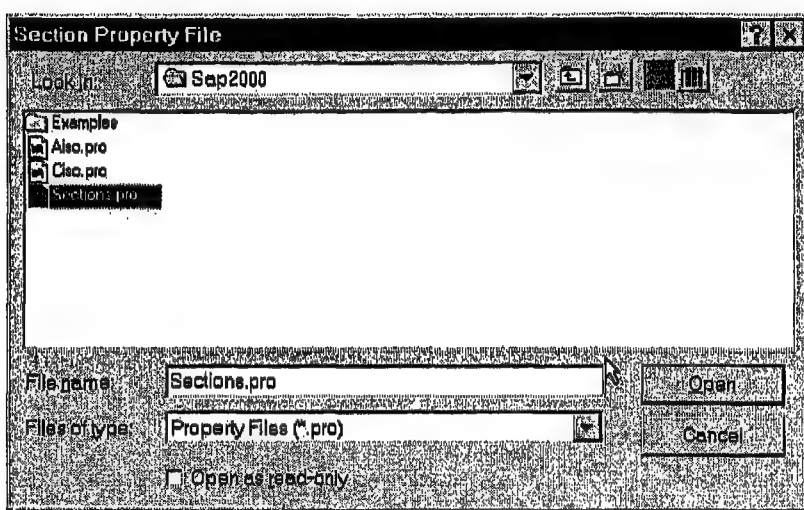


شكل (١٣٣)

- يتم النقر على قائمة الإدراج Import واختيار نوع القطاع المطلوب من أنواع القطاعات التي تظهر على الشاشة، ويتم إختيار القطاع Wide Flange شكل (١٣٤) وبعد اختيار نوع القطاع يسأل البرنامج عن ملف قاعدة البيانات المستخدم فيتم اختيار الملف Sections.pro - شكل (١٣٥) .

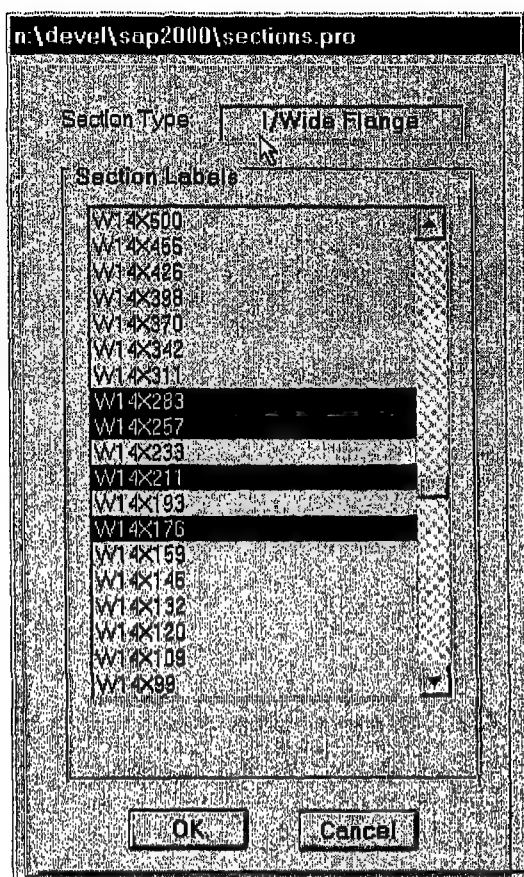


شكل (١٣٤)



شكل (١٣٥) اختيار ملف خواص القطاعات

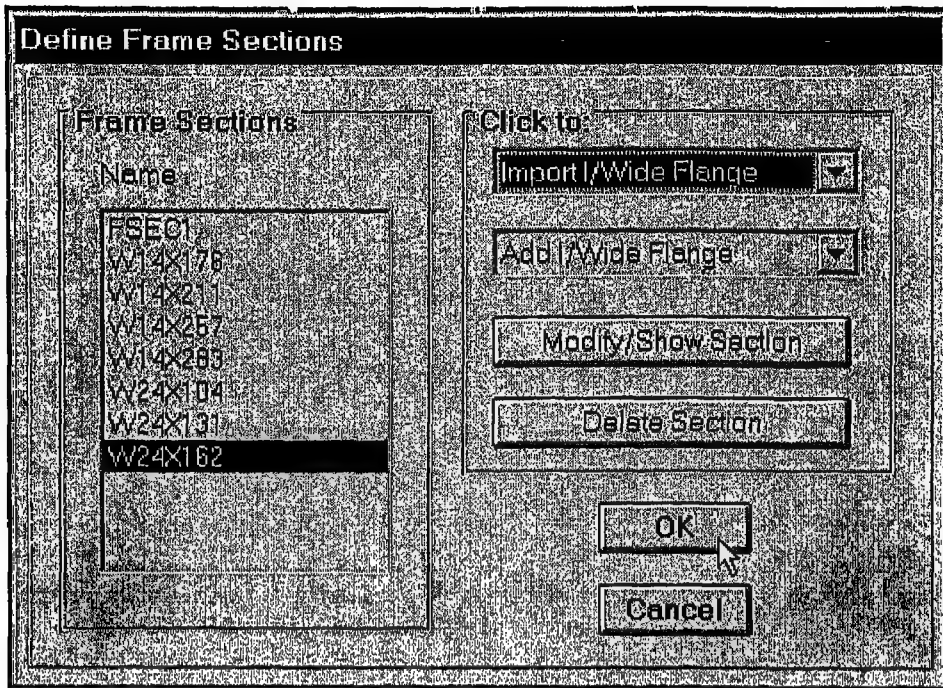
وبمجرد اختيار ملف قاعدة البيانات يتم عرض جميع مقاسات القطاع المختار المتوفرة بهذا الملف لاختيار القطاعات المناسبة منها شكل (١٣٦).



شكل (١٣٦)

يتم اختيار القطاعات المطلوبة ثم اضغط **OK** فيتم إضافة القطاعات المختارة إلى مربع المحادثة Define Frame Sections حيث تصبح هذه القطاعات معرفة داخل ملف المنشأ لاستخدامها عند الحاجة - شكل (١٣٧).

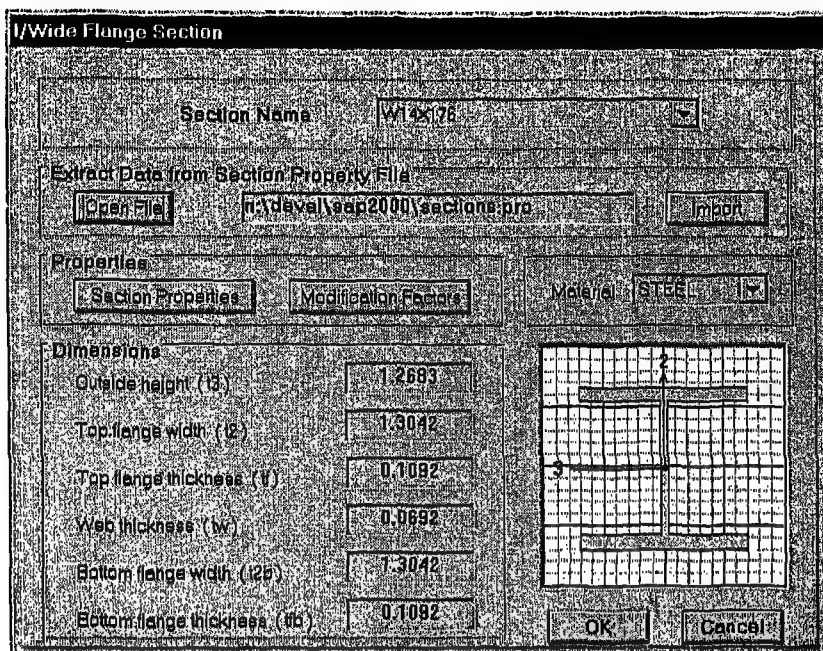
مع العلم أنه لا يشترط استخدام كل القطاعات المختارة في حل المنشأ ولكن القطاعات العاملة في المنشأ هي فقط التي سوف يتم تخصيصها للعناصر فيما بعد .



شكل (١٣٧) القطاعات المعرفة

بعد الضغط على **OK** في نافذة تخصيص القطاعات تظهر نافذة بيانات عن كل قطاع - شكل (١٣٨) يعرض بها شكل القطاع وأبعاده التفصيلية ومادة القطاع حيث يمكن منها اختيار قطاع آخر لعرض بياناته وعرض وإمكانية تغيير ملف الخواص .

ومن المناسب هنا التحدث عن مادة عناصر المنشأ، حيث انه بهذا المثال فالمادة هي الحديد الصلب Steel وهي المادة الافتراضية للبرنامج ولا حاجة لتغييرها بهذا المثال، أما بحالات أخرى فقد تتكون عناصر المنشأ من مادة أخرى كالخرسانة المسلحة أو غيرها، فيتم تغيير مادة القطاع من نفس مربع الحوار الحالي.

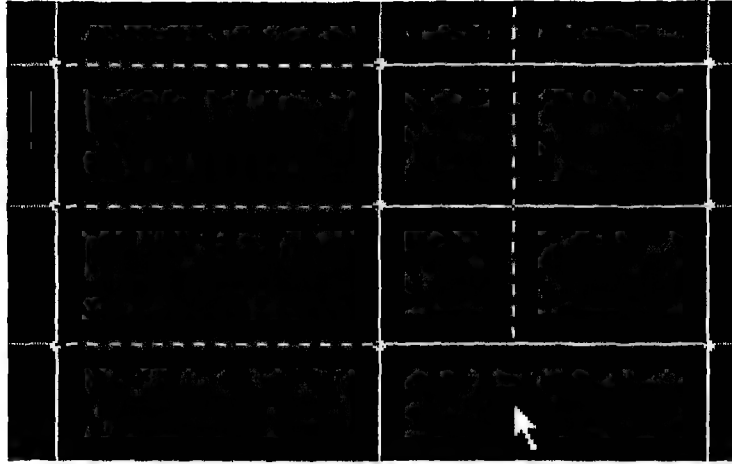


شكل (١٣٨) بيانات القطاع


← تخصيص القطاعات للعناصر:

بعد الانتهاء من تعريف القطاعات المزمع تخصيصها لعناصر المنشأ تأتي مرحلة تخصيص قطاع لكل عنصر وذلك كما يلي:

- يتم اختيار مجموعة عناصر لها نفس القطاع، وبهذا المثال سيتم بداية اختيار كمرات الثلاث أدوار العلوية - شكل (١٣٩) - باستخدام طريقة خط القطع Intersecting Line وهي طريقة لاختيار مجموعة من العناصر برسم خط يقطعها جميعاً، ويتم ذلك كما يلي:



شكل (١٣٩) اختيار العناصر

- يتم اختيار خط القطع بضغط الأيقونة  أو بتنفيذ الأمر Intersecting Line من داخل الأمر Select من قائمة الاختيار

Select → Select → Intersecting Line

- يتم التخصيص باختيار الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي أو بتنفيذ الأمر Sections من أمر Frame من قائمة التخصيص

Assign → Frame →

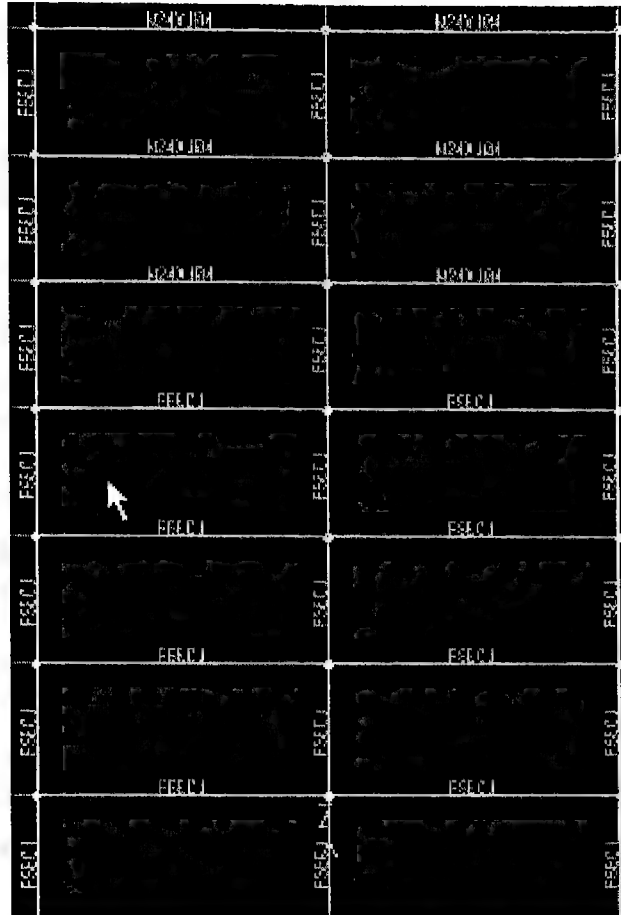
- يظهر مربع حوار لتعريف قطاعات العناصر الإطارية Define Frame Sections ولكن هذه المرة يظهر لتخصيص القطاعات للعناصر المختارة فقط



- شكل (١٣٧). يتم أختار القطاع W14x104 ثم نضغط

- يتم تخصيص القطاع المذكور للعناصر المختارة، ويظهر بنافذة العرض النشطة بالشاشة اسم القطاع على العناصر التي خصص لها، أما التي لم يتم تخصيص قطاعات لها فيوضع لها اسم افتراضي FSEC1 حتى يتم تخصيص قطاع لها .

- حتى هذه المرحلة يبدو شكل المنشأ كما بالشكل (١٤٠).



شكل (١٤٠) المنشأ بعد تخصيص القطاعات

حيث تظهر أسماء القطاعات على العناصر التي تم تخصيص قطاعات لها والتي لم يتم تخصيص قطاعات لها تأخذ الاسم الافتراضي للقطاع الاطاري وهو FSEC1 .

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساپ ٢٠٠٠

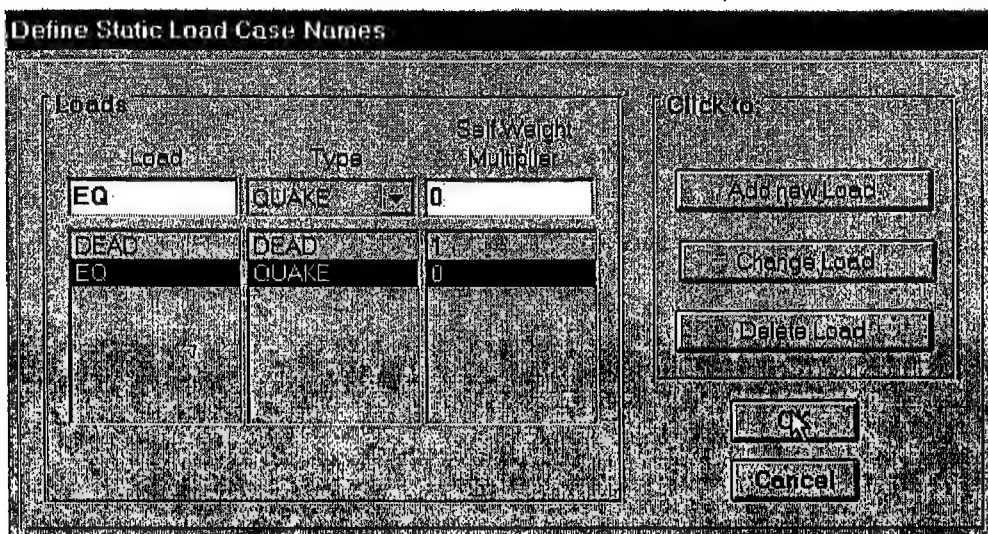
- وبتكرار نفس الخطوات الأسبقية يتم تخصيص القطاعات لجميع عناصر المنشأ،
ويبدو المنشأ كما بالشكل (١٤١) .

	W24 X 104	W24 X 104	
W14 X 176	W24 X 104	W14 X 211	W14 X 176
W14 X 176	W24 X 104	W14 X 211	W14 X 176
W14 X 211	W24 X 131	W14 X 257	W14 X 211
W14 X 211	W24 X 131	W14 X 257	W14 X 211
W14 X 257	W24 X 162	W14 X 283	W14 X 257
W14 X 257	W24 X 162	W14 X 283	W14 X 257
W14 X 257		W14 X 283	W14 X 257

شكل (١٤١) قطاعات العناصر

< تعريف حالات التحميل:

بعد تخصيص القطاعات لعناصر المنشأ تبدأ عملية تحديد الأحمال ومن ثم تخصيص هذه الأحمال للعناصر والنقاط، ولتعريف حالات التحميل ينفذ الأمر Static Load Cases من قائمة التعريف Define فيظهر مربع الحوار- شكل (١٤٢) - التالي:



شكل (١٤٢) تعريف حالات التحميل



حيث :

Load

لتسمية حالات التحميل المختلفة

Type

لتحديد حالات الأحمال المختلفة كالأحمال

الميتة والحية وأحمال الرياح الخ.

Self Weight Multiplier هو معامل يضرب في الوزن النوعي للعنصر لإضافته للأحمال الميتة المؤثرة على العنصر بعد ضربه في هذا المعامل، وبالتالي يمكن وضع المعامل = ١ لاعتبار وزن المنشأ كما هو، أو زيادته أو إهماله تماماً بوضع قيمة المعامل = صفر.

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

يتم إدخال البيانات - شكل (١٤٢) بتسمية حالات التحميل من نافذة Load فيتم تسمية الحالة الأولى Dead ويتم تحديد نوع الحمل من نافذة Type ويتم اختياره Dead ويتم إضافة الوزن النوعي للمنشأ كما هو بجعل المعامل:

Self Weight Multiplier = 1

ثم نضغط **Change Load** حيث يتم تغيير الحالة الافتراضية الى الحالة Dead التي تم تحديدها.

يلي ذلك إدخال الحالة الثانية وهي حالة أحمال الزلازل فتكون التسمية EQ والنوع Quake ، ويتم إهمال الوزن النوعي: Self Weight Multiplier = 0

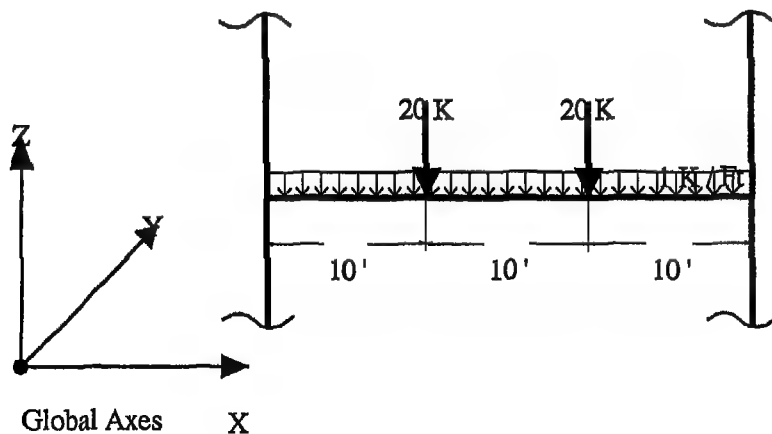
ثم يتم إضافة حمل جديد **Add new Load** ثم **OK**

تم الآن تكوين حالتين تحميل لتحميل المنشأ تحت تأثيرهما، والخطوة التالية هي تخصيص هذه الأحمال لعناصر ونقاط المنشأ.

➤ وضع الأحمال على النقاط والعناصر:

أولاً : أحمال العناصر Member Loads


يفترض خلال هذا المثال أن جميع عناصر المنشأ الأفقية تؤثر عليها أحمال رأسية مركزة وموزعة كما بالشكل (١٤٣) التالي:

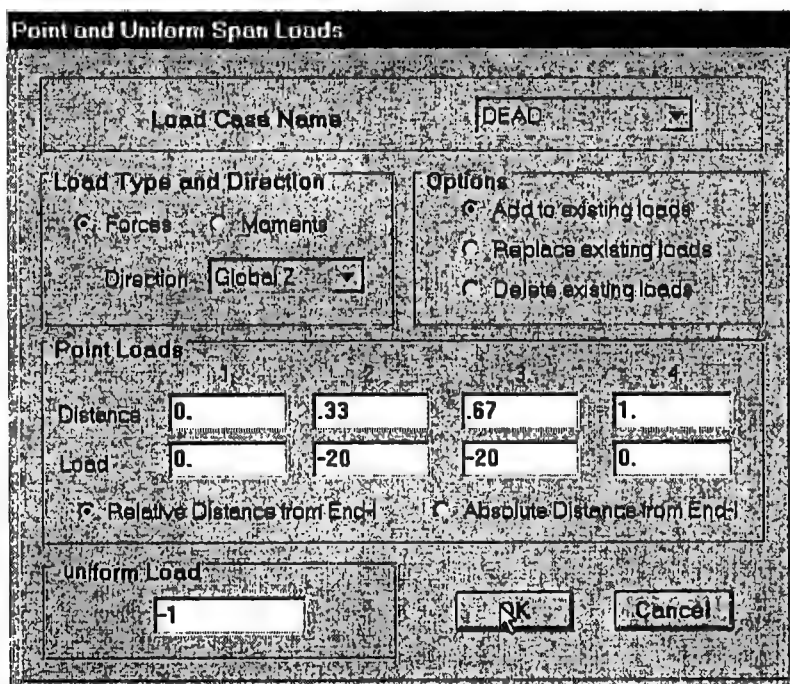


شكل (١٤٣) أحمال العناصر الأفقية

يتم إختيار العناصر الأفقية Beams المراد وضع هذه الأحمال عليها بطريقة إختيار مناسبة كخط التقاطع Intersecting Line وبعد إختيار جميع العناصر الأفقية يتم تنفيذ الأمر التالي، والخاص بتحديد الأحمال المركزة والموزعة للعناصر الإطارية وذلك من قائمة التخصيص Assign:

Assign → Frame Static Loads → Point and Uniform

أو بضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي فيظهر مربع حوار لإدخال بيانات الأحمال كما بالشكل (١٤٤) مع الوضع في الاعتبار الوحدات المستخدمة لتمثيل القوى والأبعاد.



	1	2	3	4
Distance	0.	.33	.67	1.
Load	0.	-20	-20	0.

شكل (١٤٤) إدخال بيانات الأحمال للعناصر

(١) في منطقة Load Case Name يتم عرض أسماء حالات التحميل التي تم تعريفها من قبل فنختار منها حالة DEAD لاحظ ظهور حالات التحميل سابقة التعريف فقط .



(٢) في منطقة Load Type and Direction توجد الاختيارات الآتية:

- Forces لإضافة أحمال
- Moments لإضافة عزوم
- Direction لتحديد اتجاهات القوى المدخلة وتم التعبير عنها في هذا المثال بالنسبة للمحور العام Z.


(٣) في منطقة الاختيارات Options توجد الاختيارات الآتية:

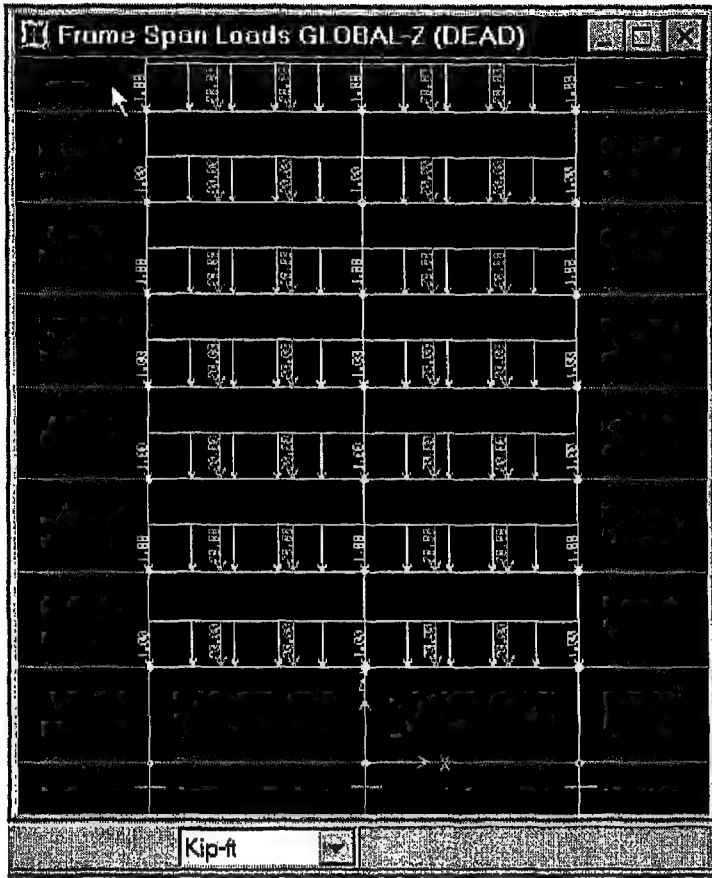
- Add to existing loads لإضافة الأحمال المضافة إلى الأحمال الموجودة من قبل أو عند إضافة الأحمال للمرة الأولى على اعتبار أن القيمة الموجودة من قبل = صفر.
- Replace existing loads لاستبدال الأحمال المضافة بالأحمال الموجودة على العنصر من قبل.
- Delete existing loads حذف الأحمال الموجودة من قبل .

(٤) في منطقة Point Loads

ندخل الأحمال المركزة على العنصر في حدود أربعة أحمال بحيث يتم تحديد مسافة كل حمل من بداية العنصر كبعد مطلق أو كنسبة من طول العنصر (افتراضي) ولوضع بعد مطلق نختار Absolute Distance from End-I ثم ندخل قيم الأحمال كما بالشكل (١٤٤) .

(٥) في منطقة Element Loads

ندخل قيمة الحمل الموزع على كامل العنصر بالوحدات المعرفة مسبقاً. ثم نضغط  لقبول القيم المدخلة فيبدو شكل المنشأ كما في شكل (١٤٥) .



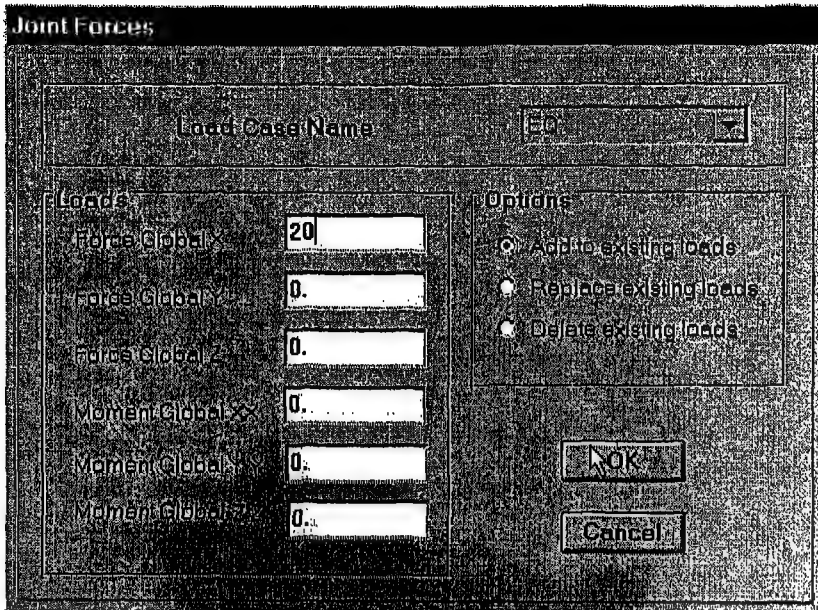
شكل (١٤٥) أحمال العناصر

ثانيا : أحمال النقاط Joint Loads

(١) نختار النقاط المراد وضع الأحمال عندها والطريقة المثلث لاختيار النقاط هي نافذة الاختيار وكمثال نختار النقطة الأولى (نقطة رقم ٨ أعلى اليسار للمنشأ).

(٢) ننفذ الأمر Assign → Joint Static Loads → Forces

يظهر مربع الاختيار كما بالشكل (١٤٦).



شكل (١٤٦) Joint Forces

- في نافذة Load Case Name تغيير اسم حالة التحميل إلى EQ



- في نافذة Loads يتم تحديد اتجاه القوى بحيث

Force Global X	القوى في اتجاه المحور العام X
Force Global Y	القوى في اتجاه المحور العام Y
Force Global Z	القوى في اتجاه المحور العام Z
Moment Global XX	العزوم في اتجاه المحور العام X
Moment Global YY	العزوم في اتجاه المحور العام Y
Moment Global ZZ	العزوم في اتجاه المحور العام Z

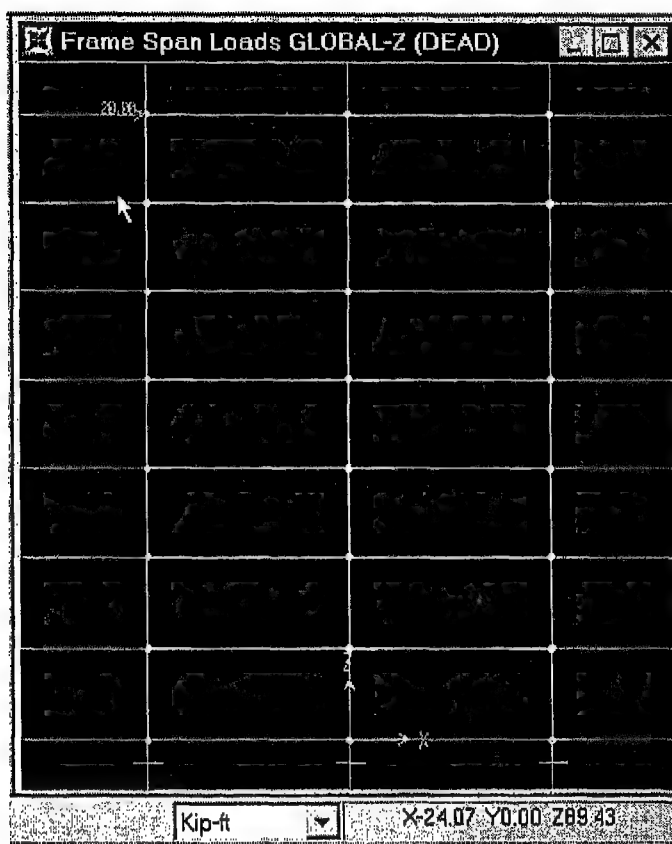
SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

- فى نافذة Options نختار Add to existing loads

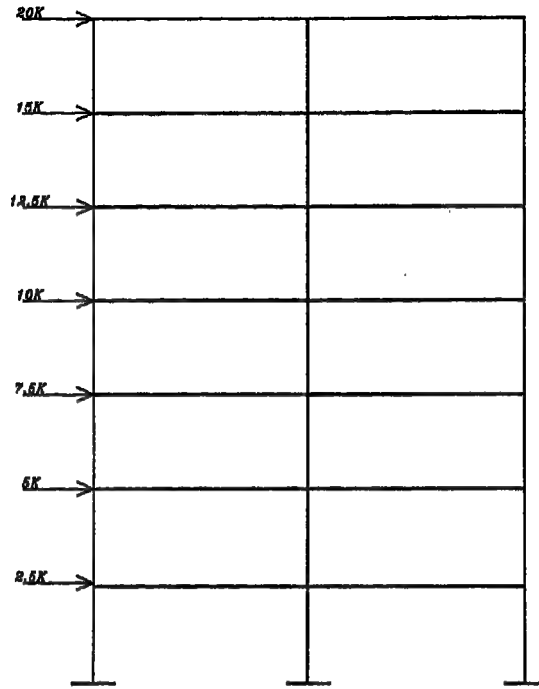


ندخل القيمة كما بالشكل (١٤٦) ثم نختار
فيظهر شكل المنشأ كما بالشكل (١٤٧).



شكل (١٤٧) الحمل على النقاط

ندخل باقى أحمال النقاط بنفس الطريقة السابقة حتى بدو شكل المنشأ كما
بالشكل (١٤٨) .



شكل (١٤٨) أحمال النقاط للمنشأ

عمل Constraints للنقاط

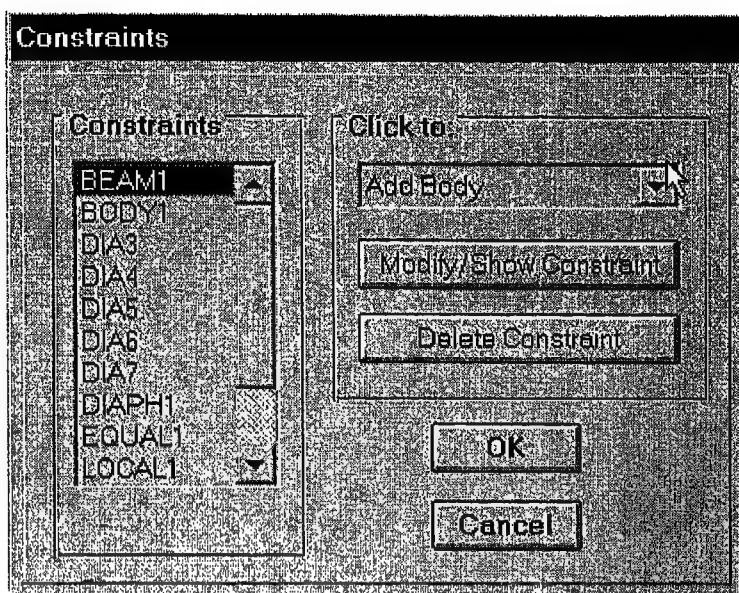
تذكر أن الـ Constraints هي عملية تطابق التشكلات بين النقاط مما يقلل من زمن الحل وحجم الملفات الناتجة لأنه عند تطابق إزاحة نقطتين في اتجاه معين يؤدي ذلك إلى تكوين معادلة واحدة بدلا من معادلتين.

وفي المثال الحالي تتطابق حركة النقاط في كل دور في اتجاه X ولتنفيذ ذلك يتم عمله لكل دور على حدا .

نختار نقاط الدور الأول باستخدام نافذة الاختيار ثم ننفذ الأمر

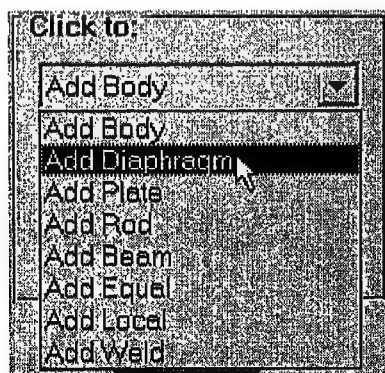
Assign → Joint →

حيث يظهر مربع الحوار كما بالشكل (١٤٩) .

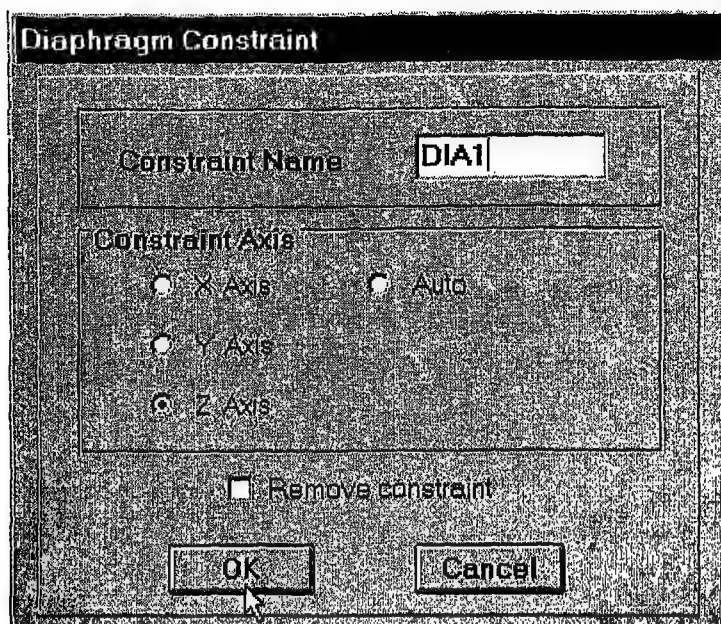


شكل (١٤٩)

تحتوى نافذة Constraints على حالات أَل Constraints التي سبق تعريفها ولتعريف حالة جديدة تمثل نقاط الدور الأول نختار من نافذة : Click to : الاختيار Add Diaphragm كما بالشكل (١٥٠) .
حيث يظهر جدول محادثة لإدخال خصائص الحالة الجديدة كما بالشكل (١٥١).




شكل (١٥٠)



شكل (١٥١) إدخال حالة Constraints

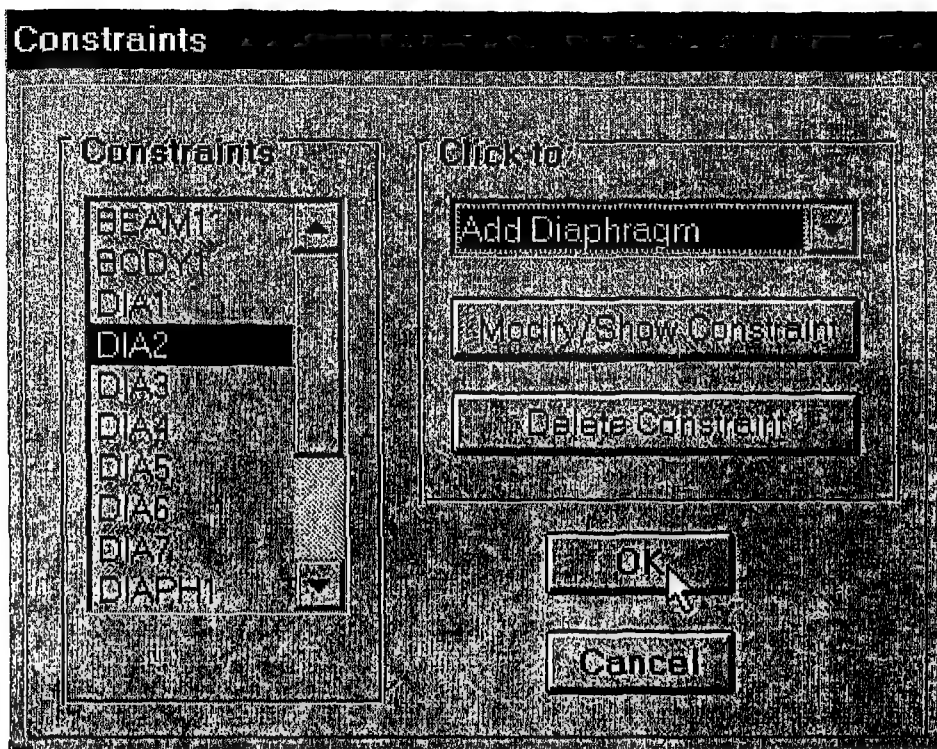
□ ندخل اسم الحالة DIA1

□ في نافذة Constraint Axis نختار المحور Z وذلك يعنى أن النقاط المطلوب عمل Constraints لها يكون اتجاه إزاحتها عمودي على المحور Z وهو في هذه الحالة محور X ثم  نضغط .

□ نكرر نفس الخطوات في عمل Constraints لباقي الأدوار تحت الأسماء

DIA2 , DIA3 , DIA4 , DIA5 , DIA6 , DIA7

حتى يبدو مربع تخيص الـ Constraints كما بالشك (١٥٢).



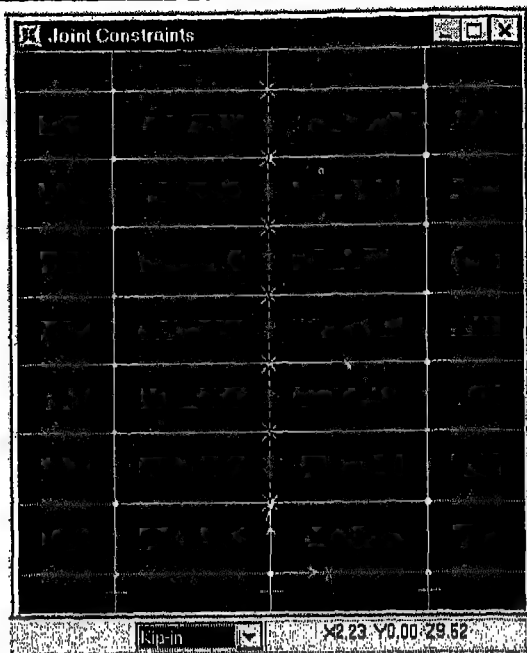
شكل (١٥٢)



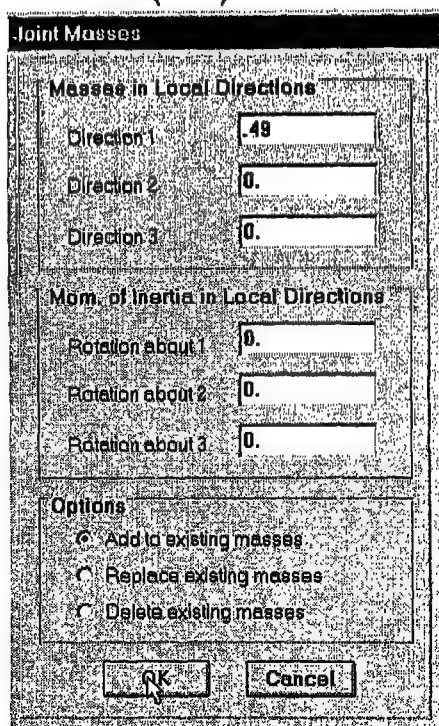
بعد ذلك يتم تغيير الوحدات إلى
ثم نختار النقاط الوسطى في كل الأدوار كما بالشكل (١٥٣) .
ثم ننفذ الأمر

Assign → Joint →

يظهر مربع محادثة كما بالشكل (١٥٤)



شكل (١٥٣)



شكل (١٥٤)

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠



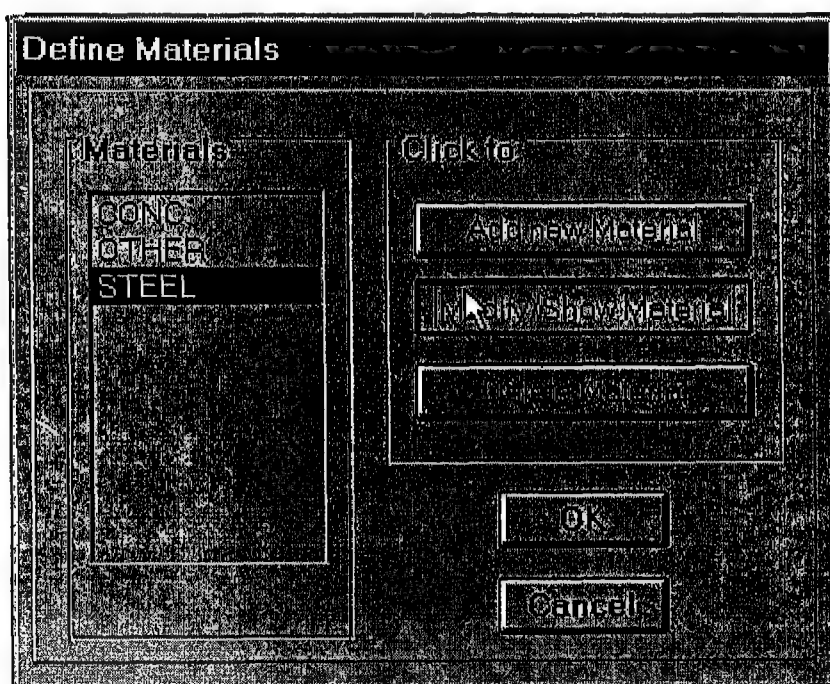
ندخل القيم كما بالشكل (١٥٤) ثم نضغط

إدخال المواد Materials



تغير الوحدات إلى

لتعريف المواد للعناصر ننفذ الأمر Materials → Define فيظهر مربع محادثة كما بالشكل (١٥٥) .



شكل (١٥٥) تعريف المواد

لإضافة مادة جديدة نضغط  .



لتعديل وعرض مواصفات مادة معرفة فعلا نضغط حيث يتم عرض مربع محادثة كما بالشكل (١٥٦) .

Material Property Data	
Material Name	STEEL
Design Type	Steel
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	7.324E-07
Weight per unit Volume	2.830E-04
Modulus of elasticity	29500
Poisson's ratio	0.3
Coeff of thermal expansion	6.500E-06
Design Property Data	
Steel yield stress, fy	36
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

شكل (١٥٦) تعديل مواصفات المواد

يمكن عن طريق مربع الحوار شكل (١٥٦) تغيير خواص المادة المستخدمة مثل (Modules of Elasticity و Yield stress).

حتى هذه المرحلة تم توصيف المنشأ واختيار قطاعات افتراضية وكذلك تحديد وتخصيص الأحمال، وبلي ذلك مرحلة تحليل وتصميم المنشأ إنشائياً، ويتم ذلك كما يلي:

◀ مرحلة التحليل الإنشائي:

عند بدأ مرحلة التحليل الإنشائي يكون البرنامج ستة معادلات لكل نقطة كل معادلة تستخدم لدرجة حرية معينة من درجات الحرية الستة لأي نقطة في الفراغ، ولتقليل الفترة الزمنية اللازمة لتحليل المنشأ يفضل إلغاء درجات الحرية التي من المعلوم والمؤكد مسبقاً أنه لن تكون لهذه النقطة حركة في اتجاهها.

وفي هذا المثال وحيث أنه منشأ إطراري في مستوى واحد (X - Z Plane) وجميع الأحمال المؤثرة عليه تقع في نفس المستوى، فمن المؤكد عدم وجود إزاحات في الاتجاه العمودي على هذا المستوى (المحور Y) وذلك لعدم وجود أحمال تؤثر في هذا الاتجاه، وكذلك لن يكون لهذه النقاط أية إزاحات دورانية حول محاور المستوى الواقعة به (Rx, Rz)، ويتم تقييد درجات الحرية هذه من خلال أمر تحديد الخيارات Set Options من قائمة التحليل Analyze :

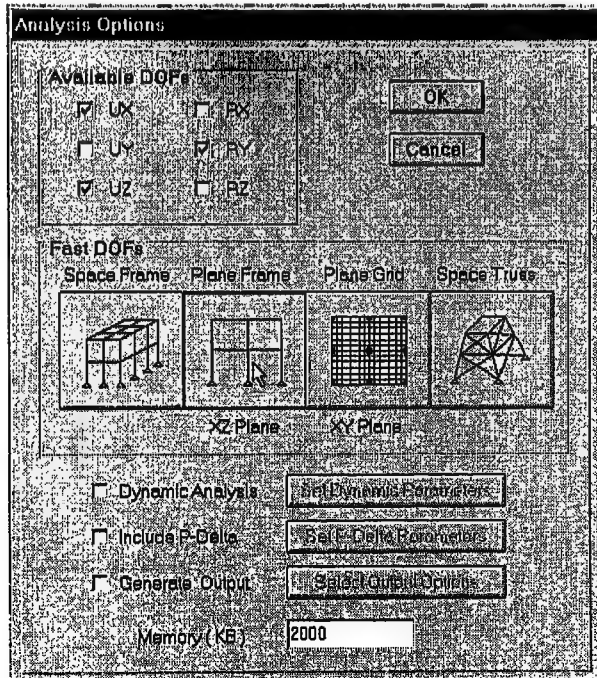
Analyze → Set Options

ومن خلال مربع الحوار شكل (١٥٧) يتم تحديد درجات الحرية المطلوب تقييدها أو تحريرها، وبعد تنفيذ المطلوب يبدو مربع الحوار كما بالشكل (١٥٧).



شكل (١٥٧ أ) درجات الحرية الستة المتاحة

كما يمكن الحصول على نفس النتيجة السابقة بطريقة أسرع بالضغط على المربع المرسوم به Plane Frame في نافذة Fast DOFs بنفس الشكل.



شكل (١٥٧ ب)


اختيارات التحليل

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

ولبدء مرحلة التحليل يتم تنفيذ الأمر Run من قائمة التحليل:

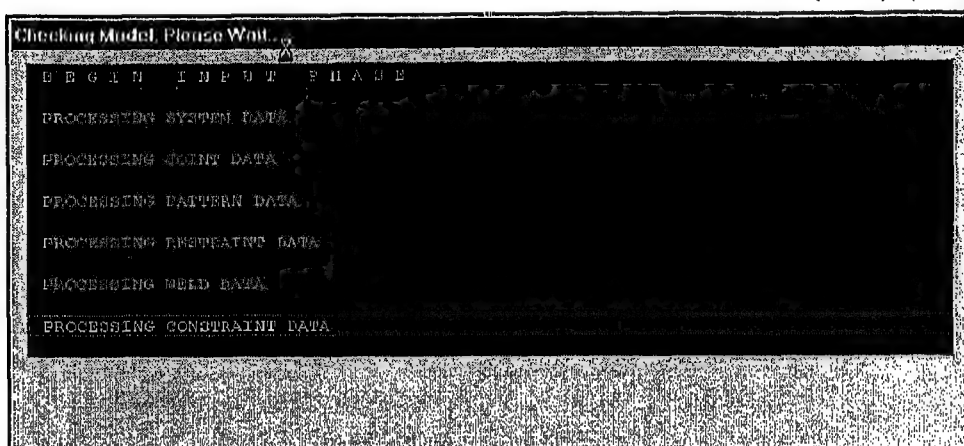
Analyze → Run

أو بضغط الأيقونة  أو زر F5، فتظهر رسالة تطلب حفظ الملف

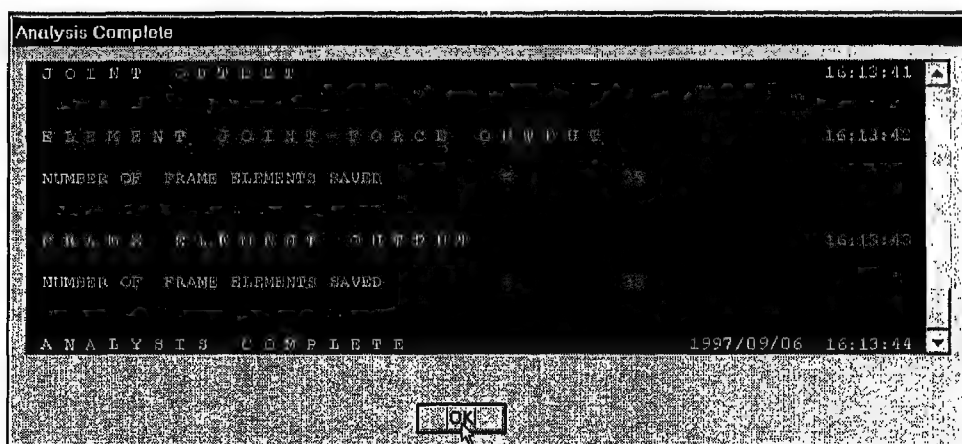
تظهر رسالة تطلب حفظ الملف فندخل اسم الملف Frame1.SDB

حيث يتم على الشاشة استعراض مراحل التحليل الإنشائي -شكل

(١٥٨)، (١٥٩) :



شكل (١٥٨) بيانات الحل للمنشأ



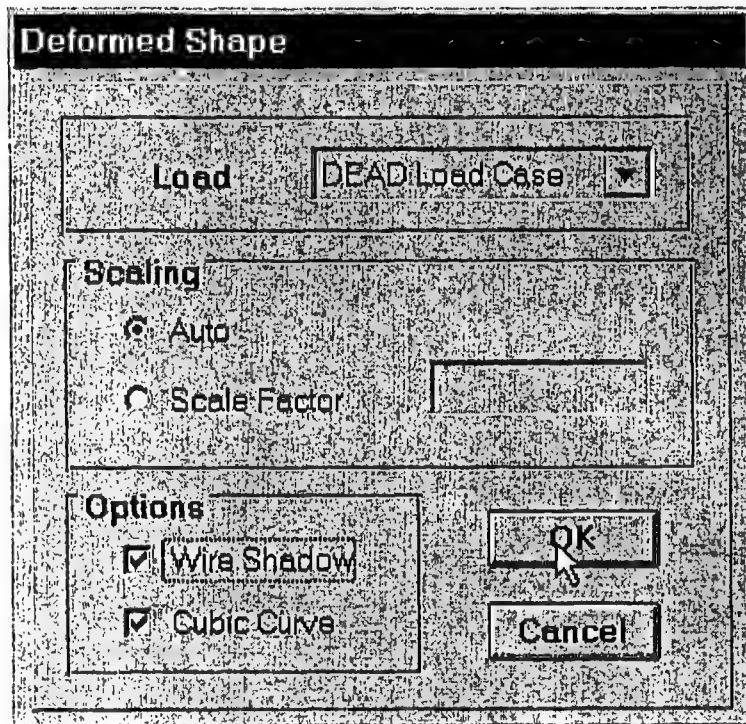
شكل (١٥٩) الانتهاء من عرض خطوات الحل

استعراض التشكلات Deformations لعناصر المنشأ:

بعد إتمام عملية الحسابات يعرض البرنامج أوتوماتيكيا تشكلات المنشأ لحالة لتحميل الافتراضية الأولى DEAD في نافذة العرض النشطة، وللتحكم في عرض التشكلات ننفذ الأمر أو نضغط F6.

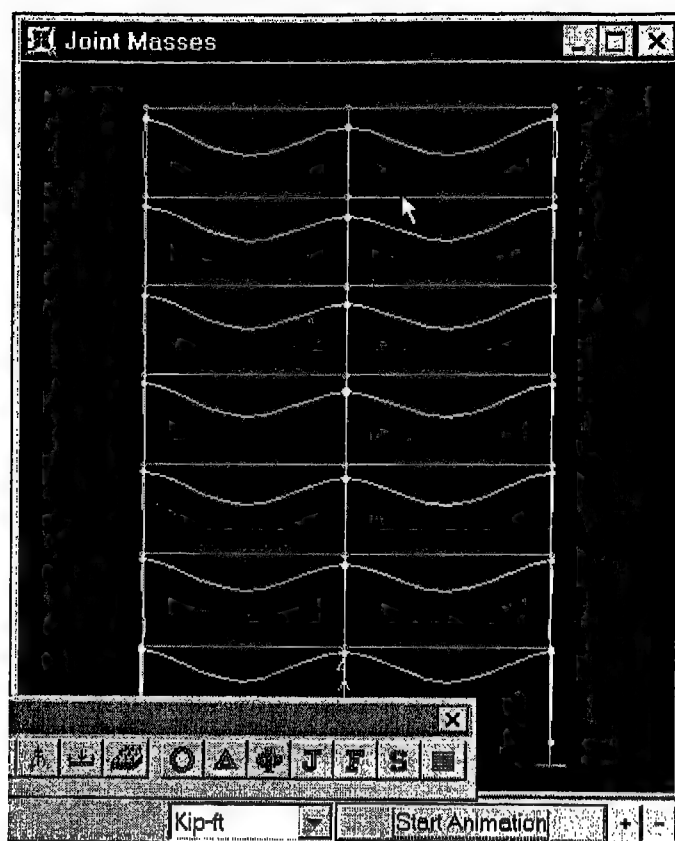
Display → Show

يتم عرض مربع حوار (Deformed Shape) كما بالشكل (١٦٠)



شكل (١٦٠) عرض التشكلات

- في نافذة Load نحدد اسم حالة التحميل المطلوب عرض التشكلات الناتجة عنها وهي الآن حالة Dead Load Case تذكر أن هذه الحالة سبق تعريفها من قبل.
- نختار الاختيار Wire Shadow لكي نتمكن من رؤية شكل العناصر بعد التغيير ورؤية العناصر قبل التغيير بلون مخالف كما بالشكل (١٦١).



شكل (١٦١) تشكلات العناصر لحالة التحميل Dead

لعرض ازاحات نقطة معينة من المنشأ نضغط على النقطة بالزر الأيمن للماوس
فيتم عرض نافذة بيانات الازاحات للنقطة كما بالشكل (١٦٢)

Joint Displacements				
Joint ID: 8				
	X	Y	Z	
Trans	0.00000	0.00000	-0.00310	
Rotn	0.00000	4.934E-04	0.00000	

شكل (١٦٢) بيانات ازاحات نقطة

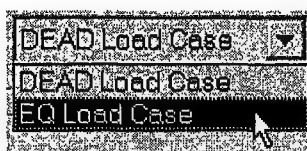
نكرر الأمر

Display → Show Deformed Shape

أو نضغط F6



ثم نضغط



نختار حالة التحميل EQ

فتظهر تشكلات المنشأ كما بالشكل (١٦٣).



- لبدء عرض حركة التشكلات نضغط




حيث يظهر قضيب منزلق

للتحكم في سرعة الحركة ويتم عرض المنشأ بحركة التشكلات ويستمر في



الحركة حتى يتم ضغط

لعرض تشكلات حالة التحميل السابقة نضغط  لعرض تشكلات حالة

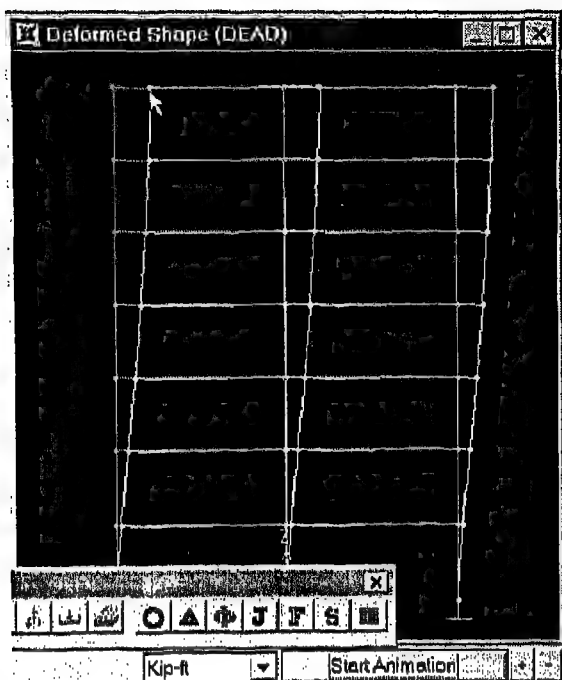
التحميل اللاحقة نضغط 

١٢ - استعراض ردود الأفعال الداخلية والإجهادات لعناصر المنشأ:

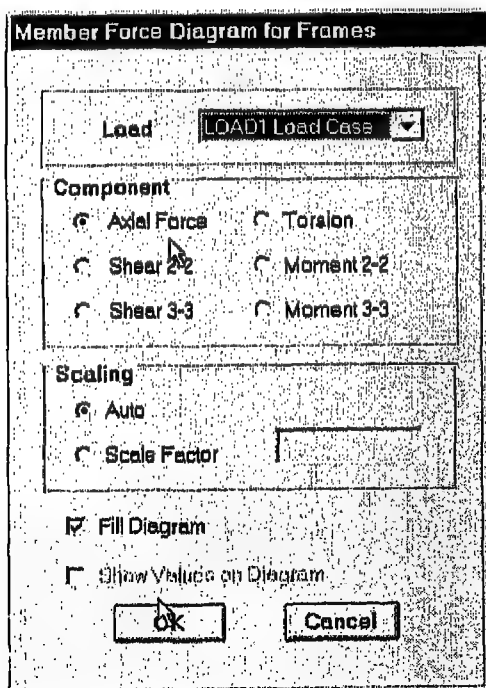
لاستعراض ردود الأفعال الداخلية أو الاجهادات لعناصر المنشأ ننفذ الأمر:

Display → Show Elements / Stresses →

يظهر مربع حوار كما بالشكل (١٦٤)



شكل (١٦٣)
تشكلات العناصر
لحالة التحميل EQ



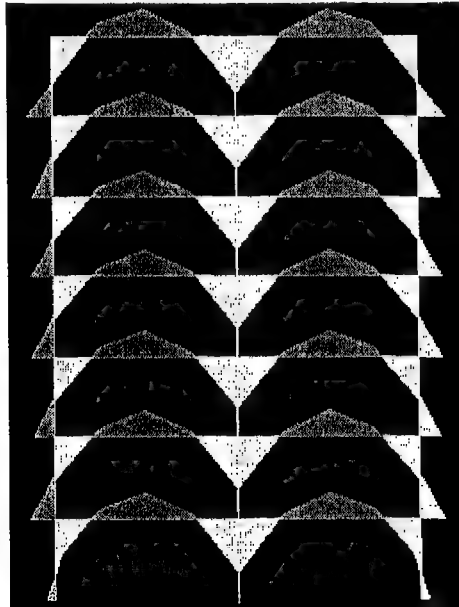
شكل (١٦٤)
عرض القوى
والاجهادات للعناصر

حيث :

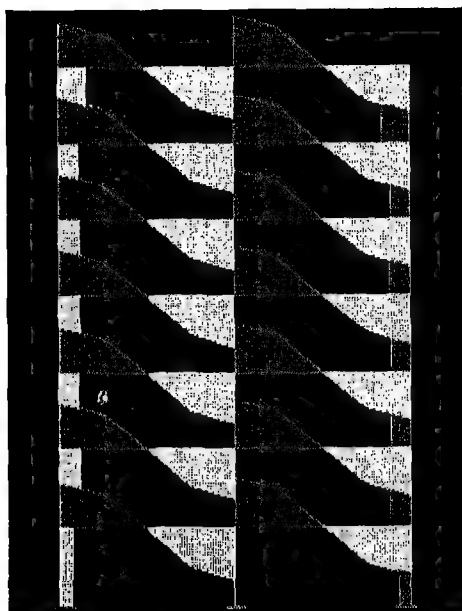
لتعريف حالة التحميل المراد عرض الاجهادات الناتجة عنها	Load
لعرض القوى المحورية للعناصر.	Axial Force
لعرض قوى القص للمحور المحلى (٢ - ٢) .	Shear 2-2
لعرض قوى القص للمحور المحلى (٣ - ٣) .	Shear 3-3
عزوم الى للعناصر.	Torsion
العزوم حول المحور المحلى (٢ - ٢) .	Moment 2-2
العزوم حول المحور المحلى (٣ - ٣) .	Moment 3-3

- في نافذة Scaling يمكن تحديد مقياس لرسم القوى والاجهادات باختيار Scale Factor أو قبول ما يفرضه البرنامج باختيار Auto.
- نختار Fill Diagram لظهور الرسم مظللاً.

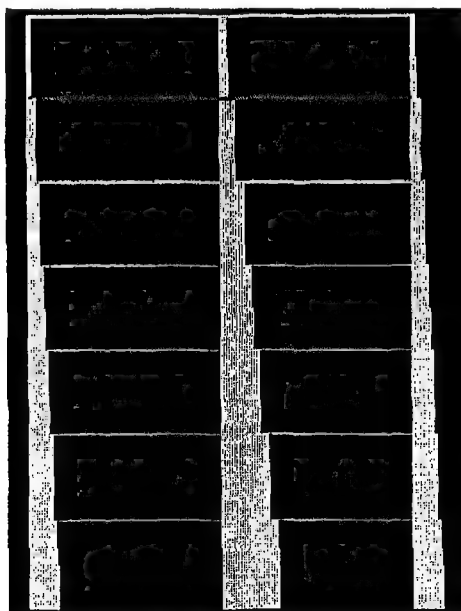
بعد اختيار نوع القوى الداخلية المراد عرض قيمها على الرسم يتم عرض الرسم كما بالشكل (١٦٥) و(١٦٦) و(١٦٧) كأمثلة لأشكال عديدة يمكن الحصول عليها. ويرتبط ذلك بنوع المنشأ وشكل القوى وحالات التحميل .



شكل (١٦٥) العزوم حول المحور المحلى ٣ - ٣ نتيجة حالة التحميل Dead



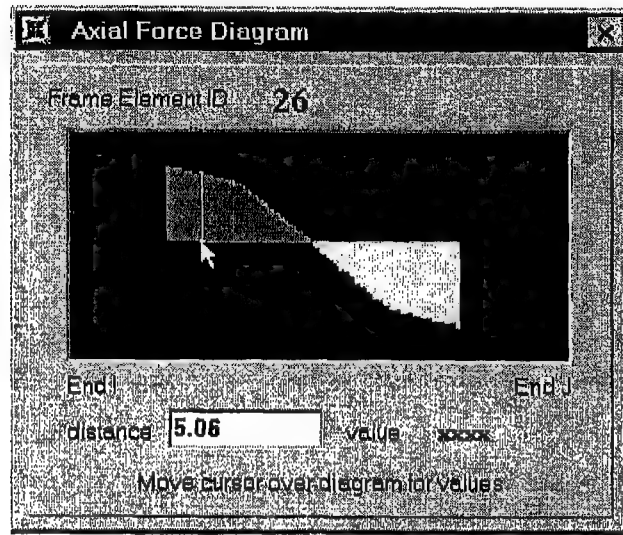
شكل (١٦٦) قوى القص حول المحور المحلى (٢ - ٢) نتيجة حالة التحميل Dead



شكل (١٦٧) القوى المحورية نتيجة حالة التحميل Dead

• البحث عن قيم ردود الأفعال الداخلية لعناصر معينة:

ليست هناك حاجة للتجول خلال ملفات النتائج المجدولة لإيجاد ردود الأفعال الداخلية لعنصر معين أو عدة عناصر بل يكفي النقر بالزر الأيمن للماوس على العنصر المراد حيث يتم عرض العنصر في مربع محادثة كما بالشكل (١٦٨) التالي:



شكل (١٦٨) عرض قيم القص للعنصر ٢٦

- القيمة xxxx تمثل قيمة القوة عند موضع الماوس والمسافة distance تمثل بعد النقطة عن بداية العنصر وتتغير تبعا لحركة الماوس.

◀ مرحلة التصميم:

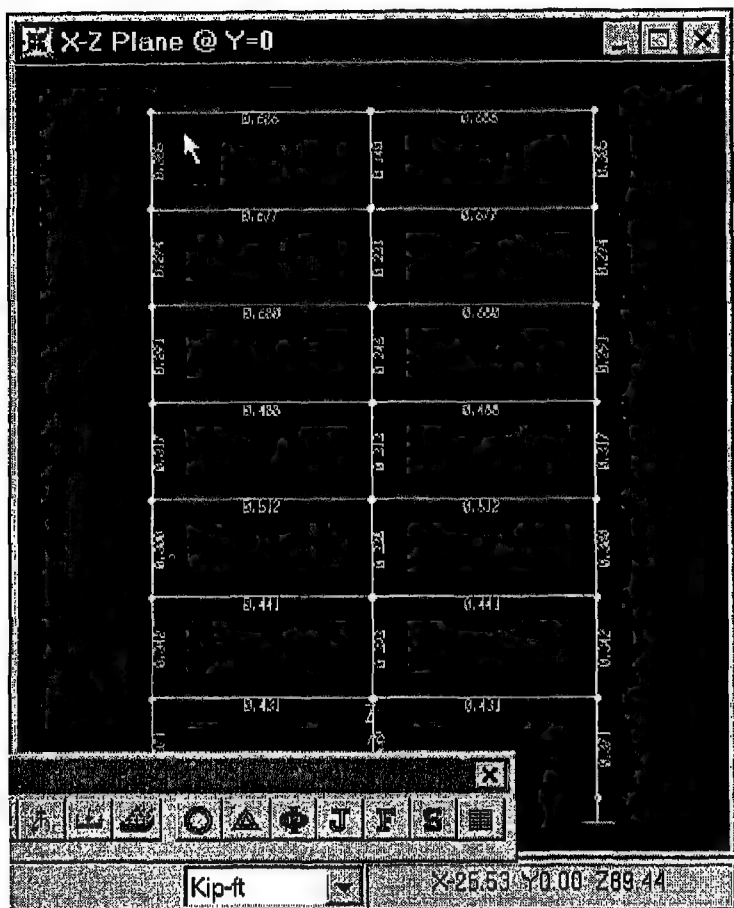
بعد الانتهاء من عملية الحسابات يمكن البدء في عملية التصميم ولبدء التصميم نفذ الأمر

Design → Start design / Check Structure

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

وحيث أننا قد اخترنا قطاعات إفتراضية في البداية لعناصر المنشأ فإن البرنامج يبدأ بالتحقق من القطاعات المختارة ومدى قدرتها على تحمل الأحمال المعرضة لها بأمان طبقا للكوود المستخدم.



شكل (١٦٩) نسب الاجهادات على القطاعات

ويتم عرض نسبة الإجهادات الفعلية التي يتعرض لها القطاع إلى الإجهادات التي يتحملها بأمان، والقطاع آمن مادامت هذه النسبة أقل من الواحد الصحيح، والقطاع إقتصادي كلما كانت هذه النسبة أقرب إلى الواحد الصحيح.

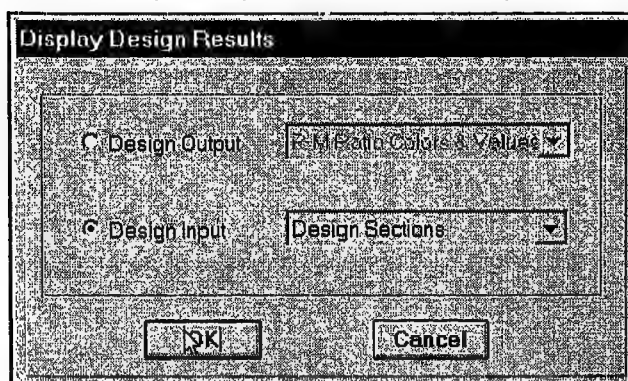
يلاحظ ظهور قضيب ملون أسفل شاشة الرسم يمثل مقياس نسب الإجهاد كما

بالشكل (١٦٩).

لاستعراض معلومات تصميميه للعناصر ننفذ الأمر

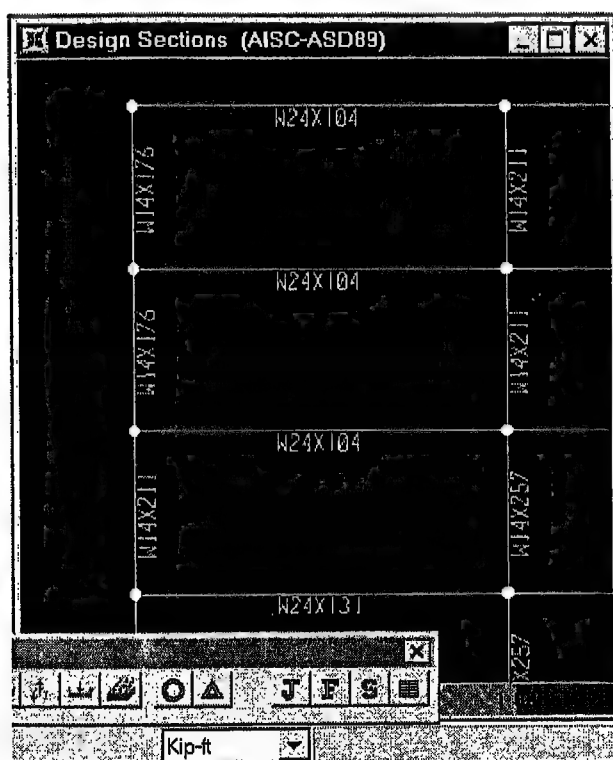
Design →

حيث يتم عرض مربع الحوار كما بالشكل (١٧٠).



شكل (١٧٠) عرض بيانات التصميم

نضغط حيث يتم عرض اسم القطاع لكل عنصر كما بالشكل (١٧١).



شكل (١٧١)

قطاعات العناصر التصميمية

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

عرض بيانات تفصيلية عن بيانات تصميم عنصر معين نضغط بالزر الايمن للماوس على العنصر حيث يتم عرض مربع حوار كما بالشكل (١٧٢).

حيث يتم عرض رقم العنصر Frame ID واسم القطاع التصميمي Section ID ويتم عرض بيانات التصميم لخمس قطاعات بالعنصر وكل حالة من حالات التحميل المؤثرة على المنشأ.

مع ملاحظة أن هذه البيانات ترتبط باختيار القطاع الذي تم اختياره أثناء إدخال البيانات لذلك يقوم البرنامج بعمل Check Of Stresses للعناصر مع إمكانية تغيير القطاع وإعادة التصميم على أساس القطاع الجديد.

Steel Stress Check Information									
Frame ID	28								
Section ID	W24X104								
COMBO ID	STATION	MOMENT INTERACTION CHECK				MAJ-SHR-MIN-SHR			
	ID	RATIO	=	AXI	+ B-MAJ	+ B-MIN	RATIO	RATIO	
DSTL1	7.50	0.141(T)	=	0.000	+ 0.141	+ 0.000	0.159	0.000	
DSTL1	15.00	0.371(T)	=	0.000	+ 0.371	+ 0.000	0.005	0.000	
DSTL1	22.50	0.104(T)	=	0.000	+ 0.104	+ 0.000	0.168	0.000	
DSTL1	30.00	0.680(T)	=	0.000	+ 0.680	+ 0.000	0.216	0.000	
DSTL2	0.00	0.605(T)	=	0.000	+ 0.605	+ 0.000	0.206	0.000	
DSTL2	7.50	0.141(T)	=	0.000	+ 0.141	+ 0.000	0.159	0.000	
DSTL2	15.00	0.371(T)	=	0.000	+ 0.371	+ 0.000	0.005	0.000	
DSTL2	22.50	0.104(T)	=	0.000	+ 0.104	+ 0.000	0.168	0.000	
DSTL2	30.00	0.680(T)	=	0.000	+ 0.680	+ 0.000	0.216	0.000	

شكل (١٧٢) بيانات تصميم عنصر

ولعرض بيانات تفصيلية عن قطاع معين من قطاعات العنصر نختار القطاع ثم نضغط **Details** حيث يتم عرض مربع محادثة كما بالشكل (١٧٣).

مع ملاحظة أن القطاع التصميمي لهذا العنصر هو W 24 X 104 وهو نفس القطاع الذي تم تخصيصه له من قبل.

في حالة الرغبة في إعادة التصميم نضغط على **ReDesign** في شكل (١٧٢) حيث يتم عرض مربع محادثة شكل (١٧٤).

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

Steel Stress Check Information AISC-ASDB9

File

STEEL SECTION CHECK Kip-ft Units

ELEMENT	TYPE	Moment Resisting	CLASSIFIC
FRAME	ID	26	
STATION	ID	30.000	
SECTION	ID	W24X104	
COMBO	ID	DSTL2	

L=30.000
 $A=0.213$ $I_{22}=1.249E-02$ $I_{33}=0.149$
 $S_{22}=2.351E-02$ $S_{33}=0.149$ $r_{22}=0.242$ $r_{33}=0.839$
 $E=4248000.000$ $F_y=5184.000$

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

	P	M22	M33	U2
	0.000	0.000	-218.215	37.368

Diagram of a steel section (W24X104) showing dimensions and axes.

شكل (١٧٣) بيانات تفصيلية لقطاع من العنصر

Element Overwrite Assignments

Design factors

Effective Length Factor K33	0
Effective Length Factor K22	0
Unbraced Length Ratio L33	0
Unbraced Length Ratio L22	0
Cm Factor, Cm33	0
Cm Factor, Cm22	0
Cb Factor	0
Live Load Reduction Factor	0
NonSidesway Magn Factor DS22	0
NonSidesway Magn Factor DS33	0
Sidesway Magn Factor DS22	0
Sidesway Magn Factor DS33	0

Element Section: W24X104

Change

Element Type

☒ Moment Resisting

☐ Braced

Overwrite Allowable Stresses

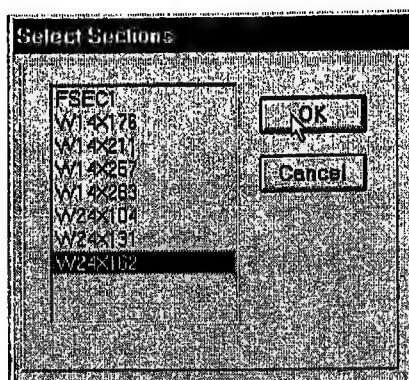
OK Cancel

شكل (١٧٤) تخصيص قطاع تصميمي لعنصر

SAP2000

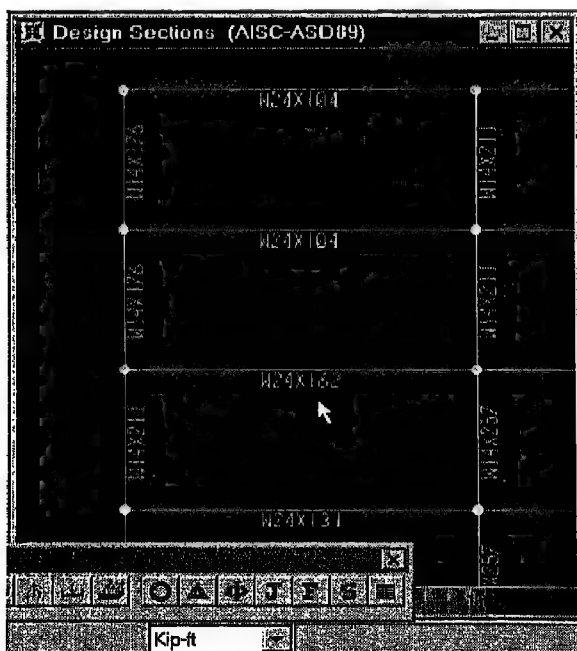
برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

لتغيير القطاع التصميمي نضغط على Change حيث يتم عرض مربع محادثة يحتوى على القطاعات التي تم تعريفها فى مرحلة إدخال القطاعات كما بالشكل (١٧٥).



شكل (١٧٥) اختيار قطاع تصميمي

نختار القطاع W 24 X 162 ثم حيث يتم إضافة القطاع الجديد إلى العنصر ولتغيير اسم القطاع على الرسم لابد من عمل Refreshment لنافذة الرسم بالضغط على حيث يبدو العنصر كما بالشكل (١٧٦).



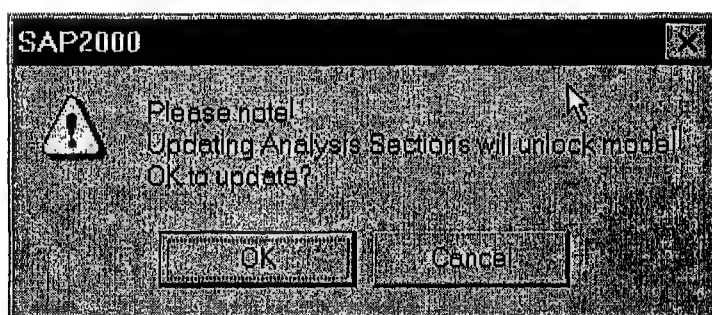
شكل (١٧٦)
أسماء قطاعات العناصر
بعد التغيير

لاحظ أن عملية إعادة تنشيط الشاشة بالطريقة السابقة تقوم بعمل إعادة تنشيط الرسم فقط ولكن تبعاً لتغير القطاع لعنصر يترتب عليه تغير في توزيع الاجهادات على العنصر والعناصر المرتبطة به بسبب تأثير خصائص القطاع على حل المنشأ (راجع نظرية Finite Elements) لذلك لابد من عمل تعديل لكل المنشأ.

ويتم عمل ذلك بتنفيذ الأمر

Design → Update Analysis Sections

تظهر رسالة تحذير بأن هذه العملية سوف ترفع الحماية عن الملف أي يصبح قابل للكتابة عليه (Unlock) كما بالشكل (١٧٧).



شكل (١٧٧)

نختار 

← تعديلات المنشأ

حتى هذه المرحلة تم تحليل المنشأ في صورة بسيطة تحت تأثير حالتي التحميل (Dead , EQ) و قطاعات قياسية محددة وسوف يتم الآن إدخال بعض التعديلات على المنشأ بإدخال حالتي تحميل إضافيتين وتعديل القطاعات التصميمية، وذلك على النحو التالي:

□ إدخال حالات تحميل جديدة

لاحظ أن وحدات القوى المستخدمة بالمثل هي نعيد اختيارها ثم ننفذ الأمر

Define →

- نعدل حالة التحميل السابقة **Dead** بأن نجعل خصائصها كما يلي:

Load	DEAD
Type	DEAD
Self weight multiplier	0

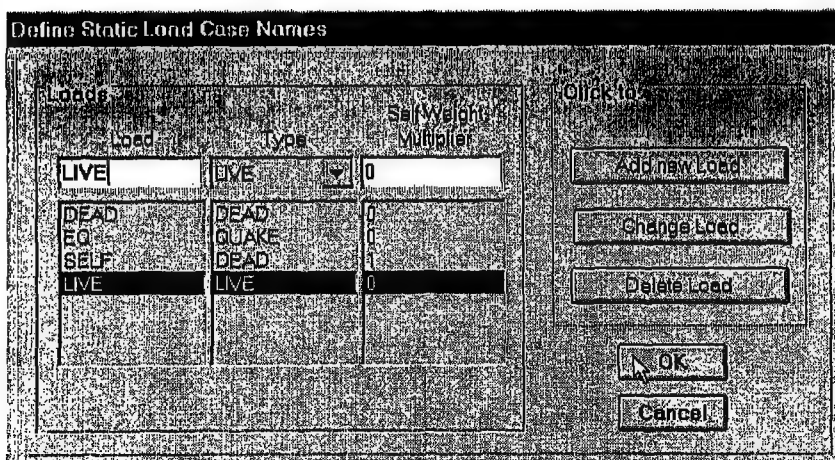
- نضيف الحالة الجديدة تحت اسم **Self** وخصائصها كما يلي:

Load	SELF
Type	DEAD
Self weight multiplier	1

- نضيف الحالة الجديدة الأخرى تحت الاسم **Live** وخصائصها كما يلي:

Load	LIVE
Type	LIVE
Self weight multiplier	0

فيبدو مربع محادثة Define Static Load كما بالشكل (١٧٨) .



شكل (١٧٨) إضافة حالات تحميل جديدة

نضغط لقبول القيم الجديدة

□ تخصيص حالات التحميل الجديدة

نختار العناصر الأفقية (Beams) ثم ننفذ الأمر

Assign → Frame Static Loads → Point and Uniform

حيث يظهر مربع الحوار الخاص بتخصيص الأحمال فنختار حالة التحميل

Live نحدد الاختيارات والقيم كما بالشكل (١٧٩) ثم اضغط



ملحوظة:

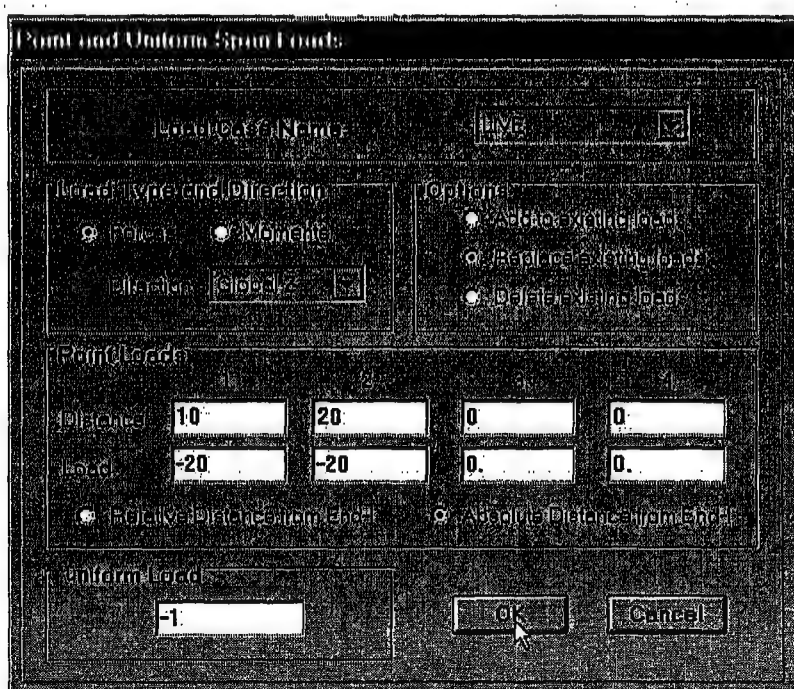
○ ندخل حالات التحميل منفصلة ويقوم البرنامج بعمل دمج لحالات التحميل

أوتوماتيكيا (Combining Loads) بالإضافة إلى حالات التحميل

المجموعة التي نقوم بتعريفها .

○ لم نخصص الحالة SELF حيث أن البرنامج يضيف إليها أحمال

المنشأ الذاتية فقط .

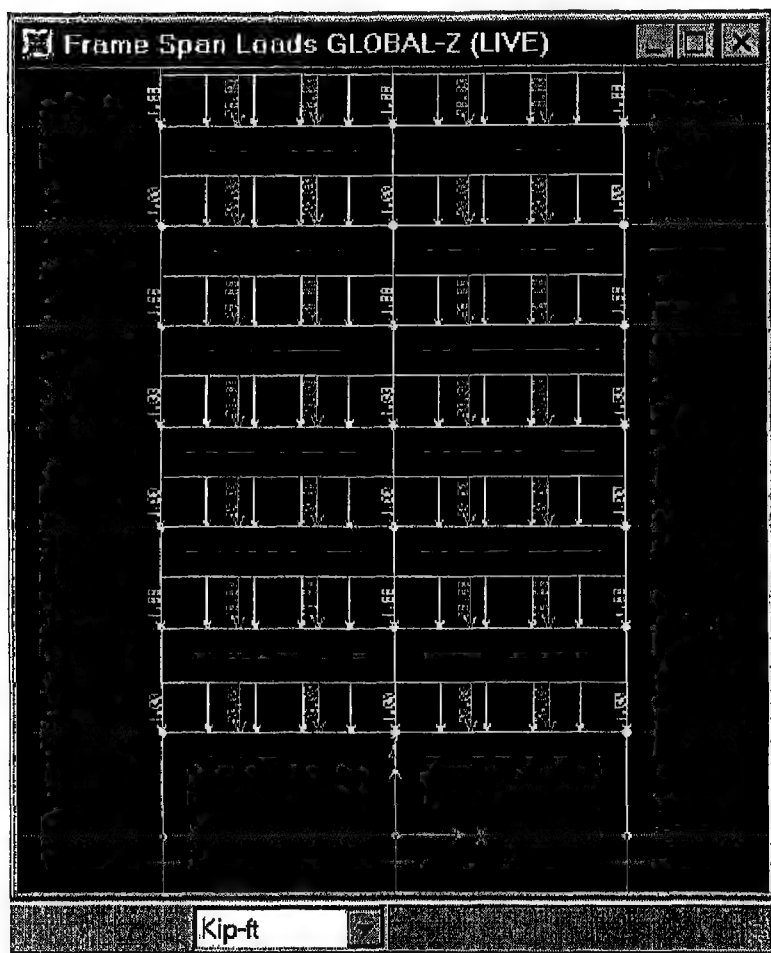


شكل (١٧٩) إدخال قيم أحمال حالة التحميل Live

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

لاحظ أنه في هذه الحالة تم اختيار Replace existing loads لأنها حالة مستقلة للتحميل ولكي لا تضاف إلى قيم حالة Dead ولكن يمكن الدمج بين هذه الحالات كما أنه تم استخدام الأبعاد المطلقة (مقياس طول وليس نسبة من طول العنصر) بعد الانتهاء من إدخال الأحمال يبدو شكل المنشأ كما بالشكل (١٨٠) .

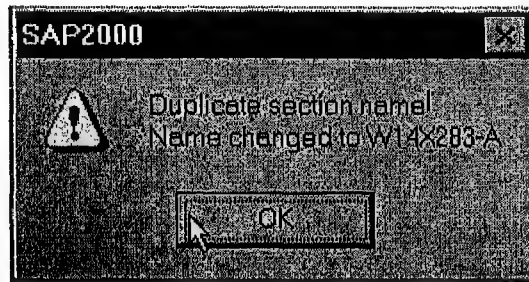


شكل (١٨٠) الأحمال المضافة في حالة التحميل Live

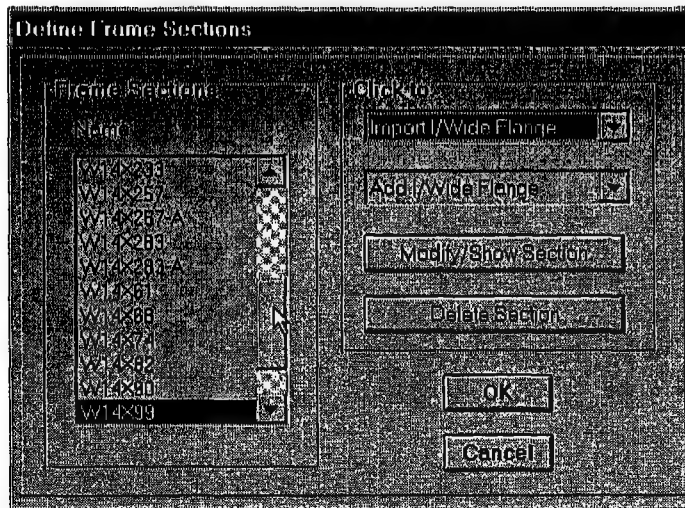
□ تعريف قطاعات جديدة للعناصر

تذكر أننا أدخلنا في نفس المثال مجموعة من القطاعات والان بنفس الطريقة نختار مجموعة أخرى من الملف Sections.pro في هذه الحالة قد يتكرر اختيار قطاع مرتين فتظهر رسالة كما بشكل (١٨١) تفيد بتكرار القطاع وأن القطاع المتكرر سوف يتم اضافته بالاسم الأصلي مضاف إليه الحرف A كمثال W 14X163-A كما بالشكل (١٨٢).

ونحذف هذه القطاعات المتكررة باختيارها والضغط على **Delete Section**



شكل (١٨١) رسالة تكرار القطاعات المعرفة

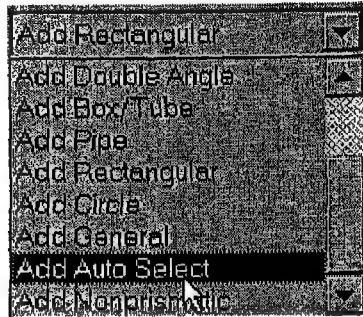


شكل (١٨٢) تعريف القطاعات الجديدة

□ عمل مجموعات اختيار قطاعات أوتوماتيكية

يمكن بهذه الخاصية اختيار مجموعة من القطاعات ووضعها تحت اسم معين ويختار البرنامج القطاع المناسب لهذا العنصر أثناء التصميم أوتوماتيكيا من بين هذه المجموعة ويتم عمل ذلك كما يلي:

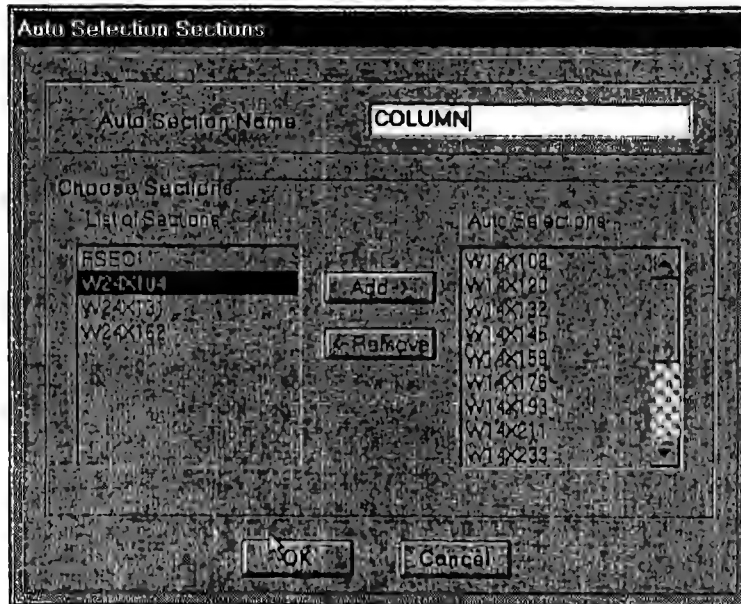
(١) من قائمة Add فى شكل (١٨٢) نختار Add Auto Select كما فى شكل (١٨٣).



شكل (١٨٣) إضافة مجموعة اختيار قطاعات

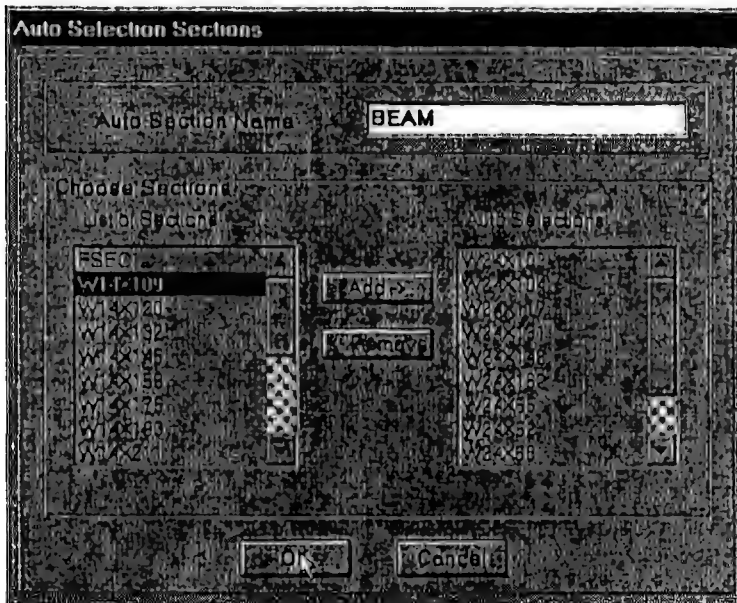
(٢) يظهر مربع محادثة كما بالشكل (١٨٤) حيث يتم عن طريقه تحديد مجموعات القطاعات واسم المجموعة.

(٣) ندخل القطاعات المطلوب إدخالها فى المجموعة Auto Selections وندخل اسم المجموعة (Column) أمام Auto Selection Name لاحظ انه تم اختيار عناصر الأعمدة W14 شكل (١٨٤) حيث نختار القطاعات من W14X109 إلى W14 X 283.



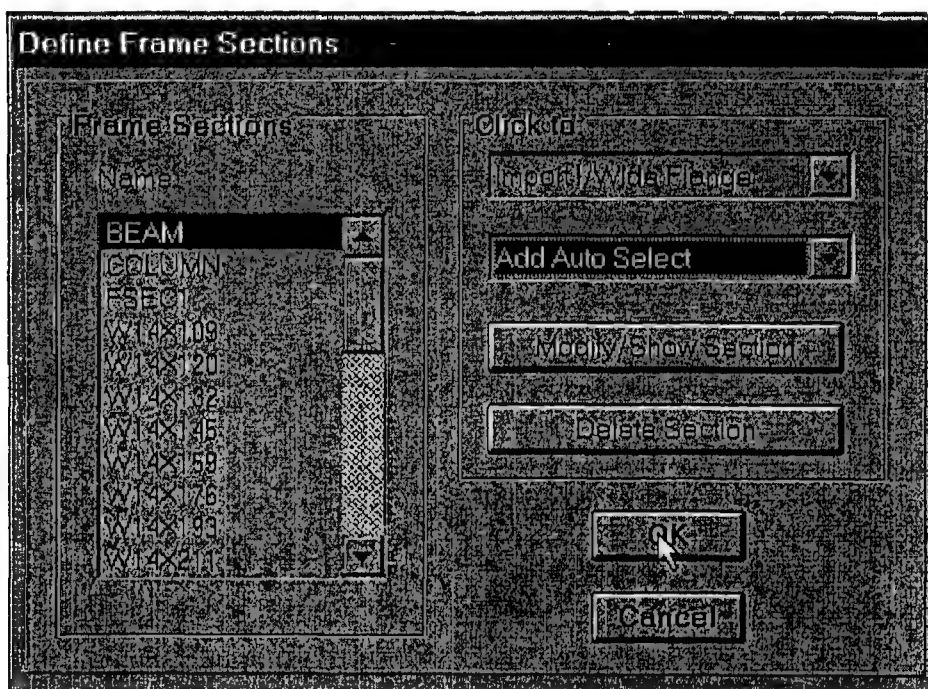
شكل (١٨٤) إدخال مجموعة مقاطعات Column

نكرر نفس الخطوات باختيار مجموعة مقاطعات باسم Beam وتشمل المقاطعات من W24 فقط كما بالشكل (١٨٥)



شكل (١٨٥)
إدخال مجموعة
مقاطع Beam

بعد الانتهاء من تحديد مجموعات الاختيار يبدو مربع محادثة Define Frame Sections كما بالشكل (١٨٦).



شكل (١٨٦) القطاعات المعرفة بعد إضافة المجموعات

لاحظ ظهور القطاعين BEAM , COLUMN كأسماء من أسماء القطاعات

□ تخصيص القطاعات الجديدة للعناصر

نختار عناصر الأعمدة ثم ننفذ الأمر

Assign → Frame → Sections



نختار اسم القطاع COLUMN ثم نضغط

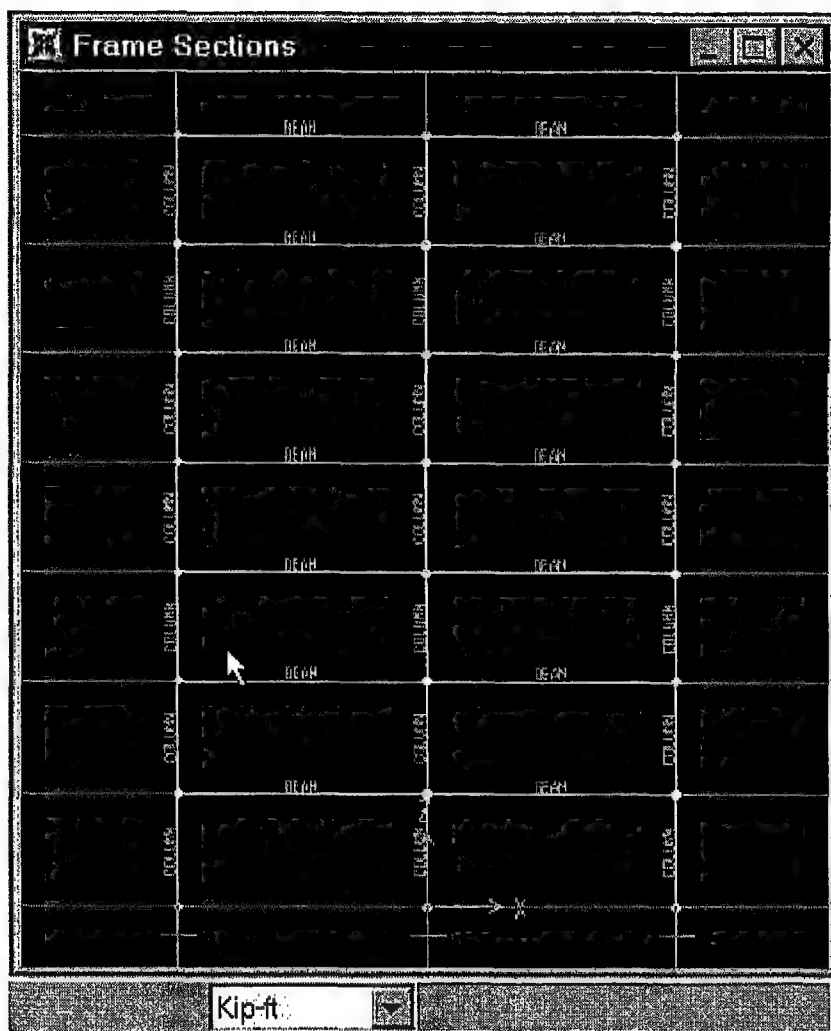
نختار عناصر الكمرات (Beams) ثم ننفذ الأمر

Assign → Frame → Sections



نختار اسم القطاع BEAM ثم نضغط

يبدو المنشأ كما بالشكل (١٨٧) حيث يتم عرض أسماء العناصر الجديدة.



شكل (١٨٧) إضافة أسماء القطاعات الجديدة

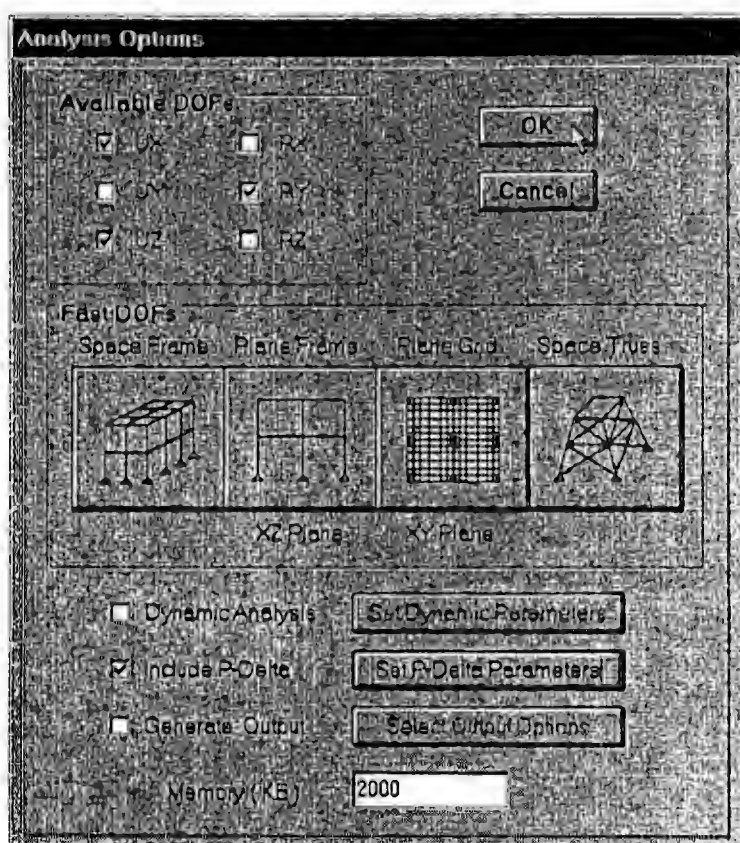
□ إعادة حل المنشأ على الوضع الجديد

في هذه سوف ندخل معامل جديد في الحل وهو P-Delta (راجع باب الأساسيات) وهي للتذكرة معامل يأخذ في الاعتبار تأثير الاستطالات الناتجة عن القوى في توليد اجهادات داخلية للمنشأ ويتم حسابها عند الحاجة إلى نتائج أكثر دقة.

ولعمل ذلك ننفذ الأمر

Analyze → Set Options

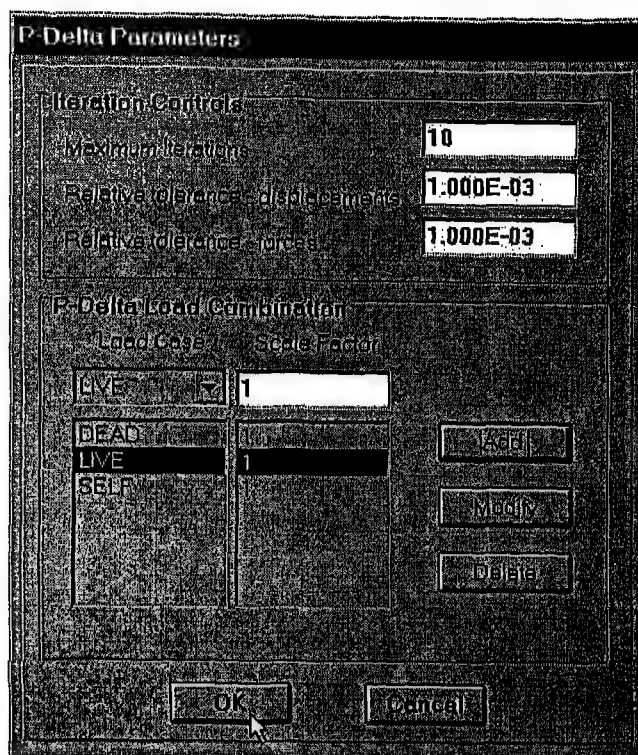
حيث يتم عرض مربع محادثة بالشكل (١٨٨) حيث نختار ☒ Include P-Delta



شكل (١٨٨) خيارات التحليل

- لاحظ في شكل (١٨٨) ظهور درجات الحرية (Degree Of Freedoms) مازالت كما تم تحديدها من قبل .

ثم في شكل (١٨٨) نضغط ☒ Set P-Delta Parameters لكي نحدد مواصفات المعامل P-Delta حيث يظهر مربع محادثة كما بالشكل (١٨٩) .



شكل (١٨٩) تحديد مواصفات P-Delta

في المربع شكل (١٨٩) يتم تحديد الآتي:

• **Maximum Iterations**

هو عدد مرات إعادة حسابات المنشأ لإدخال تأثير التشكلات.

• **Relative Tolerance - Displacements**



السماحة النسبية للاستطالات (أي مدى الاستطالة المسموح به لكي لا نعتبره مؤثر على الاجهادات) .

• **Relative Tolerance - Forces**

السماحة النسبية للقوى الداخلية (أي مدى القوى الداخلية الناتجة من التشكلات التي عندها يهمل تأثير التشكلات) .

• **P-Delta Load Combination**

ندخل حالات التحميل المطلوب حساب تأثير الاستطالات الناتجة عنها ونلاحظ أن هذه الحالات هي غالبا التي ينتج عنها استطالات كبيرة لاحظ استبعاد حالة EQ لأنه لا ينتج عنها استطالات كبيرة.

ندخل البيانات كما بالشكل (١٨٩) ثم  نضغط
وفي مربع حوار Analyze Options شكل (١٨٨) نضغط 
ولبدء الحسابات ننفذ الامر

Analyze → Run

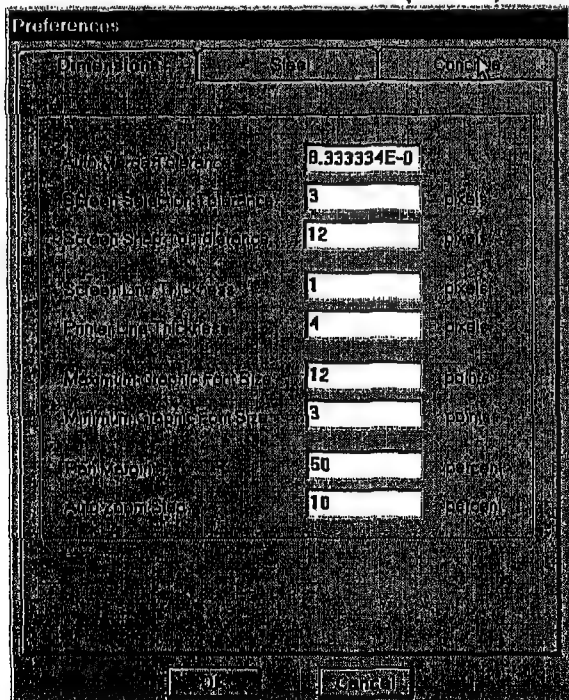
فيتم البدء في عملية الحسابات.

□ عملية التصميم

قبل التصميم في هذه المرة سوف نتعرض لطريقة التحكم في معاملات التصميم بتنفيذ الامر .

Options → Preferences

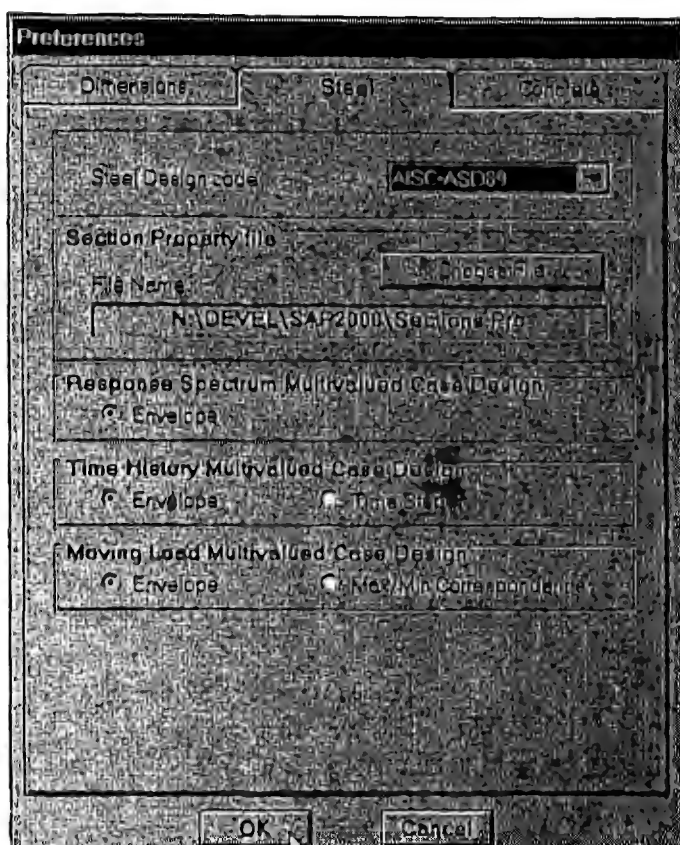
حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (١٩٠)



شكل (١٩٠)
معاملات التصميم

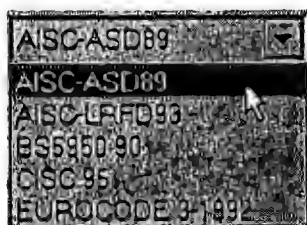
فى شكل (١٩٠) نضغط على Steel لتغيير معاملات تصميم المنشآت المعدنية

حيث يبدو مربع الحوار كما بالشكل (١٩١).



شكل (١٩١) معاملات التصميم للمنشآت المعدنية

من مربع الحوار السابق يمكن التحكم فى كود التصميم المستخدم بالضغط على نافذة Steel Design Code حيث يتم عرض كل ال Design Codes المتاحة كما بالشكل (١٩٢).



شكل (١٩٢) Design Codes



بعد اختيار كود التصميم نضغط

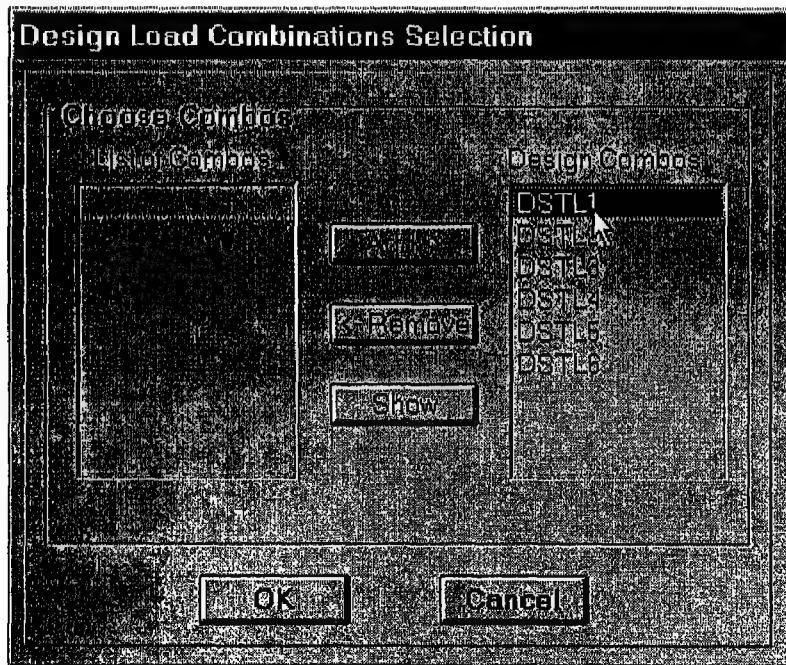
- قبل البدء فى التصميم أيضا يتم اختيار حالات التحميل المجموعة (Load Combinations) والتي يتم تكوينها بواسطة البرنامج من حالات التحميل المدخلة فى المشروع .

- يتم ذلك بتنفيذ الأمر

Design → Select Design Combos

حيث يظهر مربع محادثة كما بالشكل (١٩٣) ويحتوى على حالات التحميل المجموعة ولعرض هذه الحالات نحدد الحالة ثم نضغط Show مع ملاحظة انه يمكن تعريف حالات جديدة غير الحالات المعرفة عن طريق البرنامج بتنفيذ الأمر.

Define → Load Combinations



شكل (١٩٣) Display Load Combinations

SAP2000

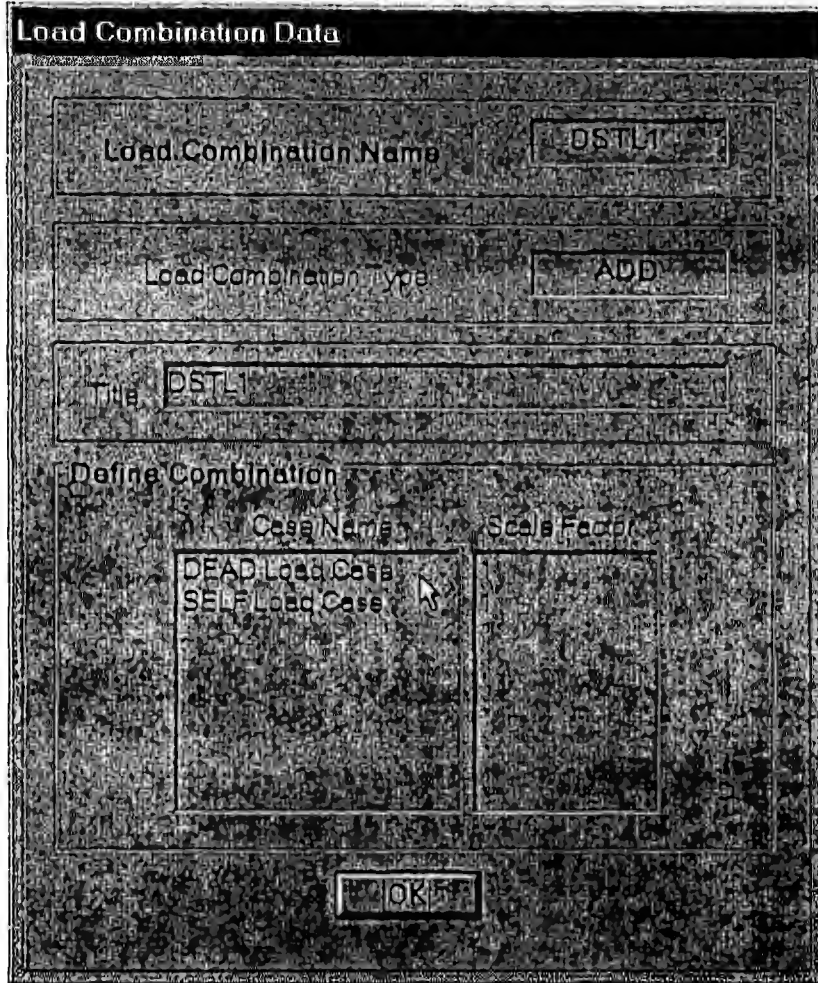
برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

لاحظ أنه في مربع الحوار السابق يوجد قائمة حالات التحميل

List of Combos لعرض حالات التحميل المجمعة وقائمة Design Combos

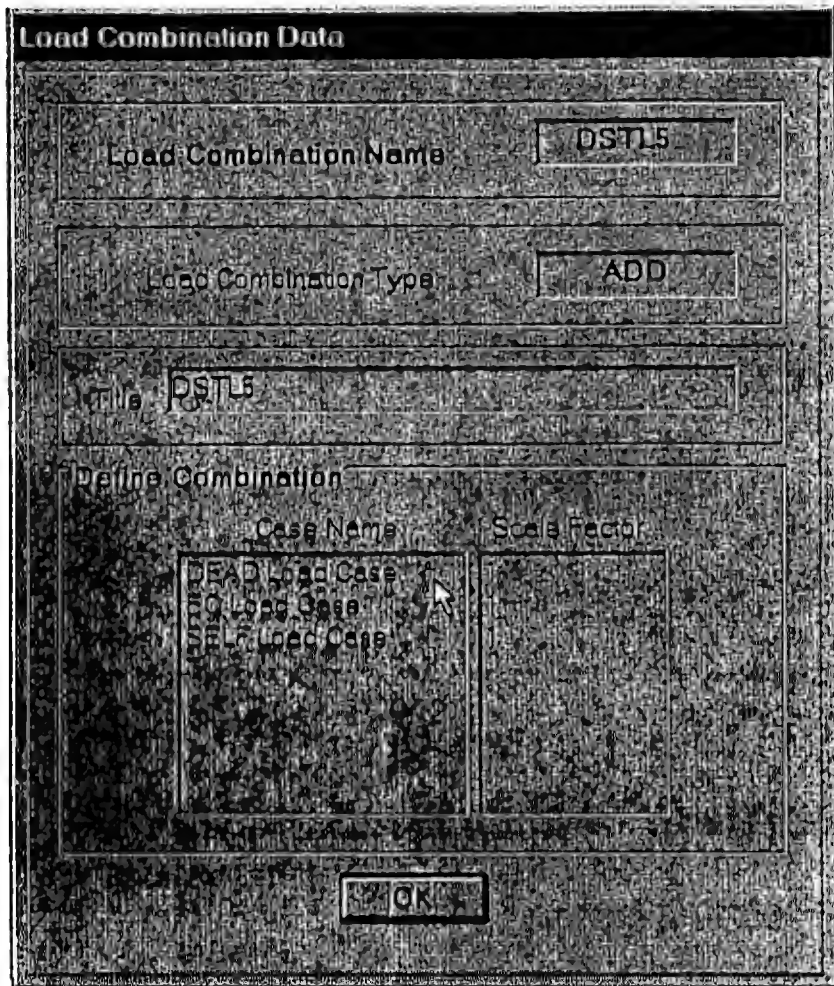
لعرض حالات التحميل المستخدمة في التصميم.

يمكن التبديل بين القائمتين باستخدام Add و Remove




شكل (١٩٤) حالة التحميل المجمعة DSL1

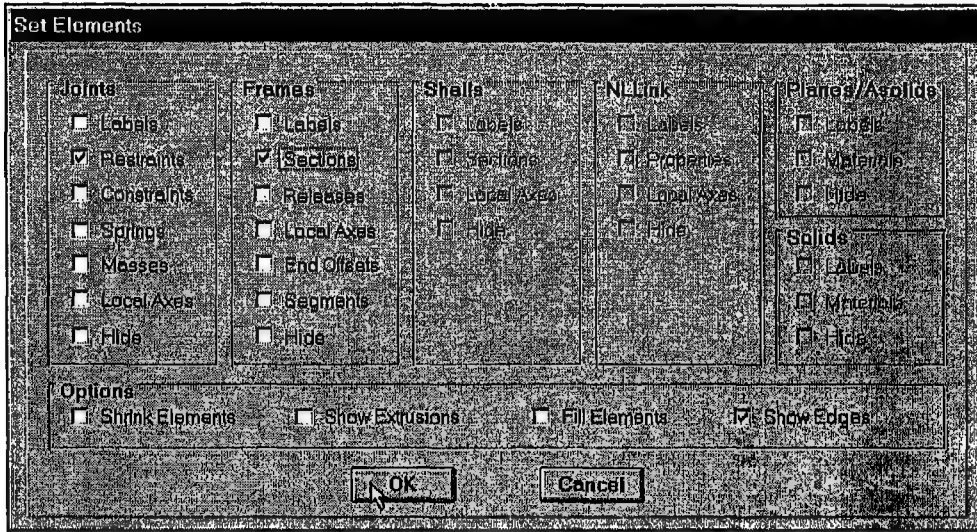
هذه الحالة متكونة من تجميع حالات DEAD Load Case مضروبة $\times 1$ مع حالة التحميل SELF مضروبة $\times 0.1$.



شكل (١٩٥) حالة التحميل المجموعة DSTL5

تتكون الحالة السابقة من تجميع الحالات (DEAD , EQ , SELF) وهكذا يتم عرض الحالات المجموعة الممكنة مثل (DEAD , SELF , LIVE) (DEAD , SELF , EQ , LIVE) ولبدء عملية التصميم ننفذ الأمر

بعد الانتهاء من عملية التصميم يعرض البرنامج قيم نسب الاجهاد القصوى لكل عنصر ولعرض أسماء القطاعات على الرسم نضغط على الأيقونة  يظهر مربع الحوار بالشكل (١٩٦).



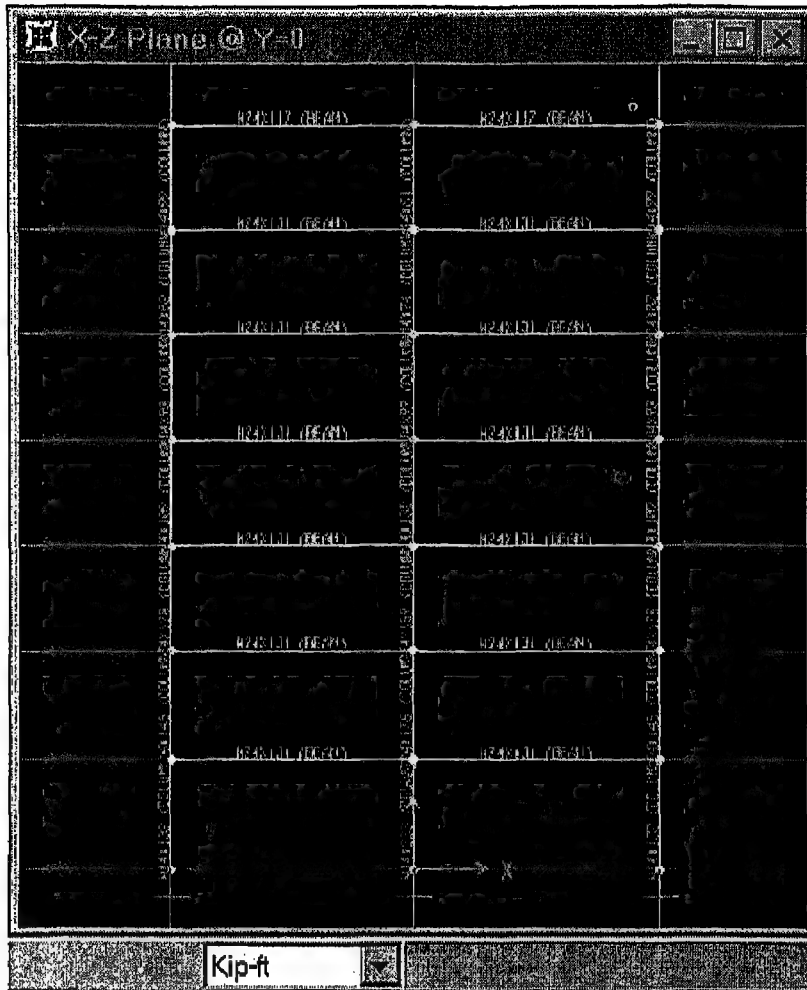
شكل (١٩٦) اختيار العناصر المعروضة على الرسم

نختار في نافذة Frame الاختيار Sections لعرض القطاعات التصميمية.

يمكن من خلال هذه الاختيارات عرض كل بيانات المنشأ على الرسم مثل:

- عرض أرقام النقاط باختيار Labels من نافذة Joints.
- عرض أرقام العناصر باختيار Labels من نافذة Frames.

بعد تحديد بيانات مربع الحوار كما بالشكل (١٩٦) يتم عرض المنشأ كما بالشكل (١٩٧).



شكل (١٩٧) قطاعات المنشأ التصميمية

□ تعديل خواص القطاعات

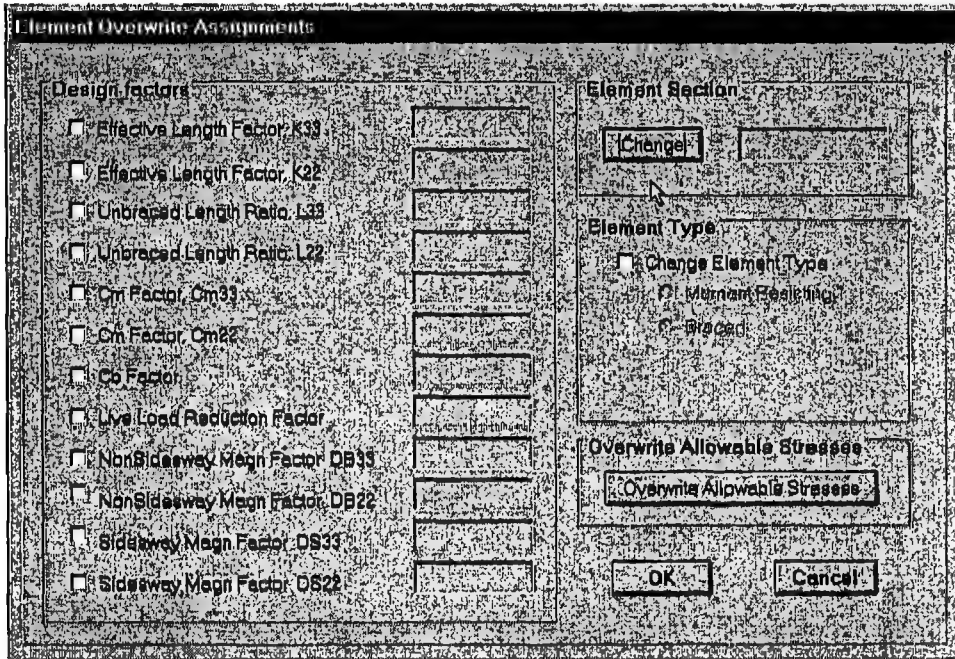
نلاحظ في المنشأ وجود حملين مركزين في ثلثي بحر العنصر وهذا يكون ناتج من كمرات عرضية مرتكزة على العنصر وهذا الاتصال يعطى الكمرات الرئيسية تدعيم جانبي ويقلل من Buckling Length في اتجاه المحور المحلى (٢ - ٢) للحصول على نتائج أكثر دقة ندخل هذا المعامل في عملية الحسابات كما يلي:

- نختار عناصر الكمرات في جميع الأدوار .

- ننفذ الأمر

Design → ReDefine Element Design Data

يظهر مربع حوار شكل (١٩٨)

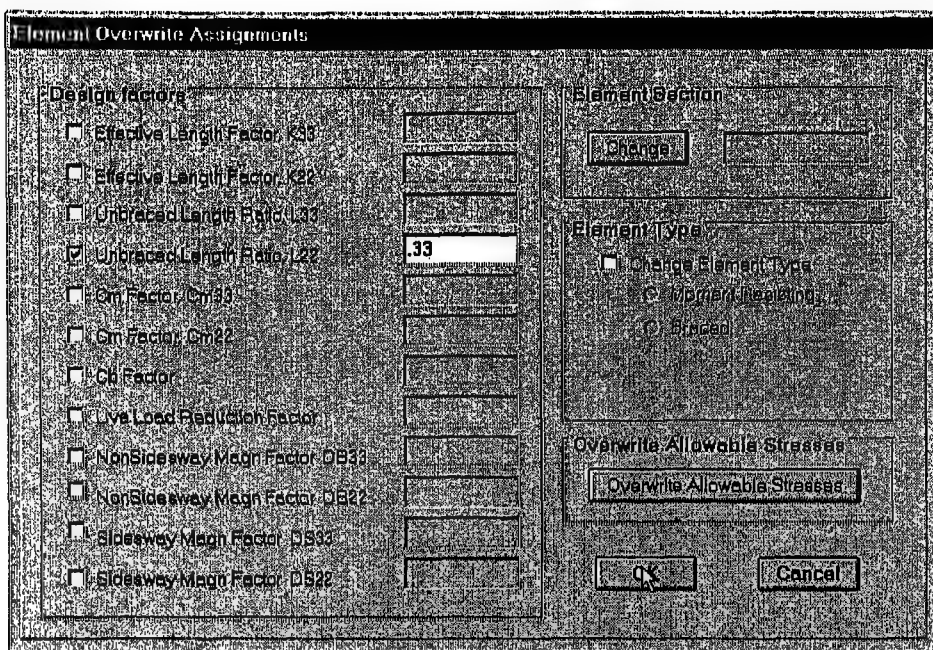


شكل (١٩٨) تغيير البيانات التصميمية لعنصر

نختار من شكل (١٩٨) Unbraced Length Ratio, L22 .

ثم ندخل أمامه القيمة ٠,٣٣ هذا يعني أن العنصر به تدعيم عند ثلثي العنصر.

ويبدو مربع الحوار كما بالشكل (١٩٩).



شكل (١٩٩)

بعد التعديل السابق لابد من إعادة الحسابات بتنفيذ الأمر

Design → Update Analysis Sections

ملحوظة:

• إضافة قطاع مستطيل

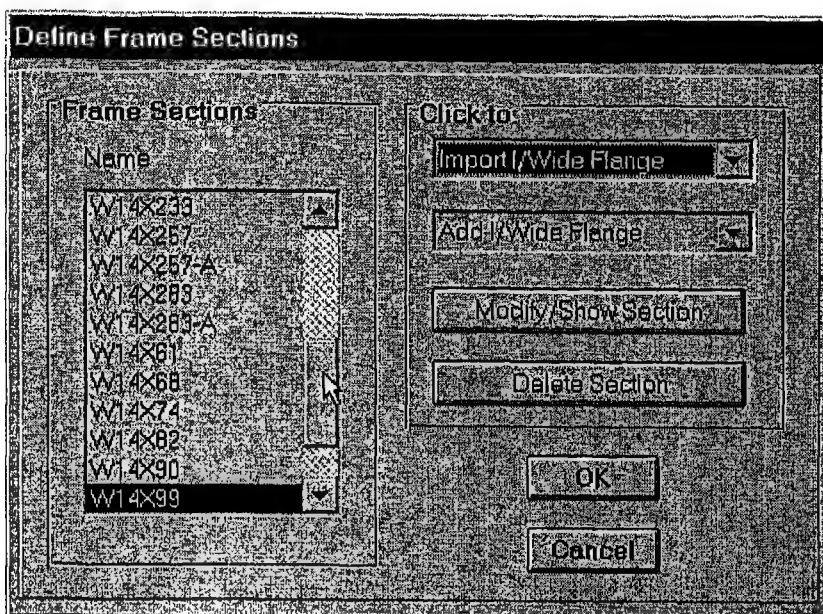
رغم أننا لم نستخدم في هذا المثال قطاع مستطيل إلا أننا دائماً نبحث عن هذا القطاع لكثرة استخدامه ولإضافة قطاع مستطيل نتبع الآتي:

نفذ الأمر

Define → Frame → Sections

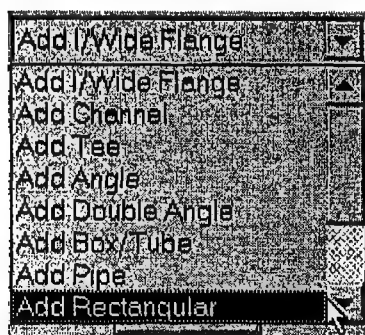
من مربع الحوار بشكل (١٩٩-أ) نضغط .

Add Rectangular



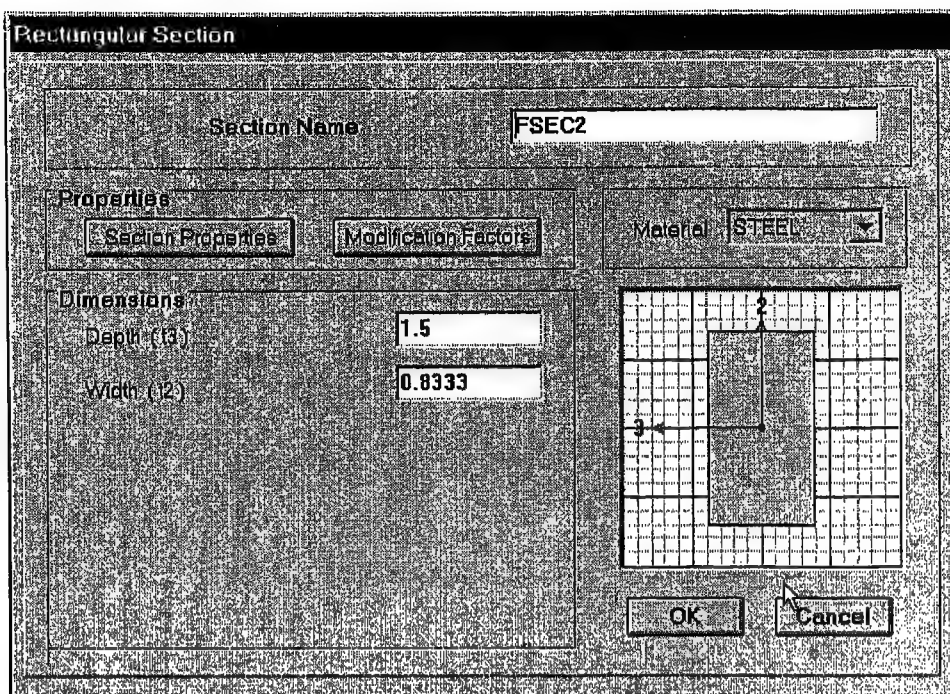
شكل (١٩٩-أ) إدخال مقاطعات العناصر

عند الضغط في نافذة Add



شكل (٢٠٠) اختيار عنصر مستطيل

حيث يظهر مربع حوار لإدخال بيانات القطاع كما بالشكل (٢٠١).



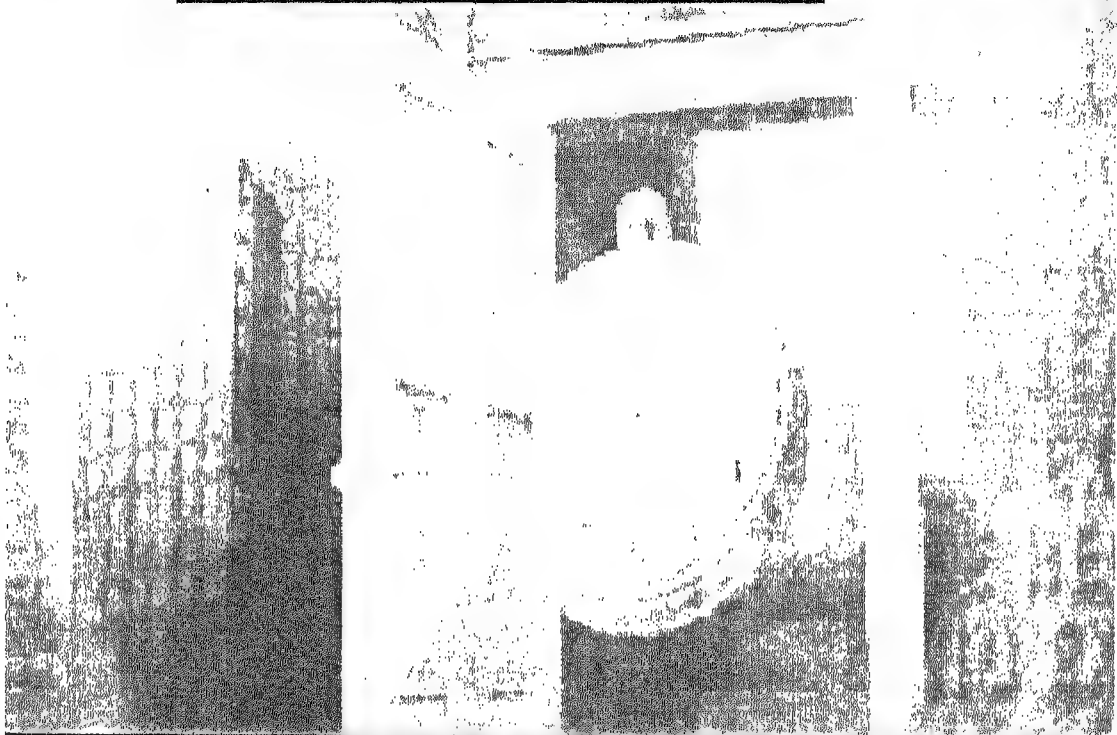
شكل (٢٠١) بيانات قطاع مستطيل

ندخل بيانات القطاع ثم نضغط حيث نحدد اسم القطاع و عرضه وعمقه ونوع المادة ويقوم البرنامج بحساب الخواص للقطاع.

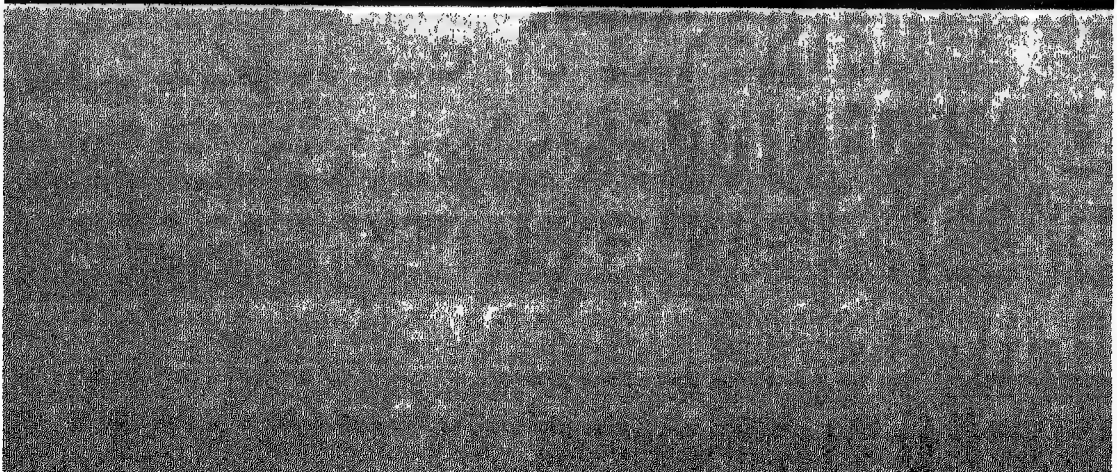


ثم نضغط

المثال الثاني



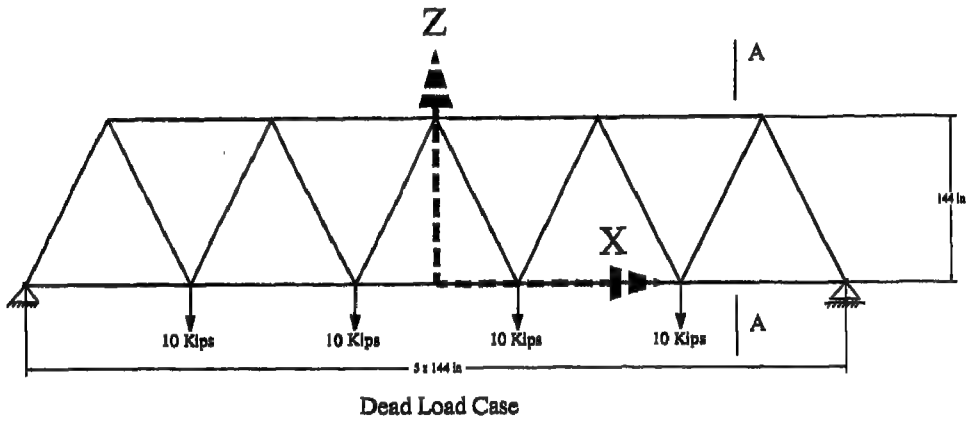
2D - Truss



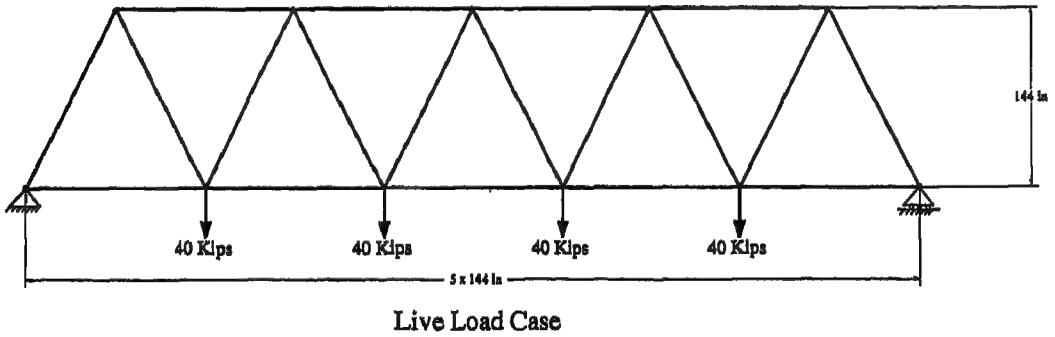
EXAMPLE 2:

2D-Truss

يتم خلال هذا المثال تحليل وتصميم منشأ جمالوني ثنائي الأبعاد، والأشكال رقم (٢٠٢)، (٢٠٣) توضح شكل وأبعاد المنشأ والأحمال الواقعة عليه:

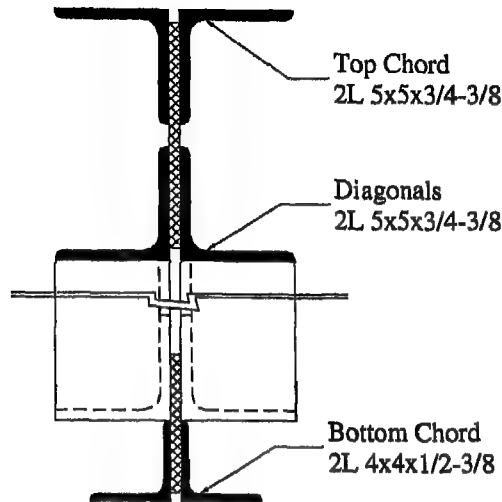


شكل (٢٠٢) حالة التحميل LOAD1



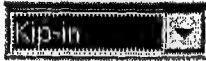
شكل (٢٠٣) حالة التحميل LOAD2

والشكل التالي - شكل رقم (٢٠٤) يوضح قطاعات عناصر المنشأ العلوية والسفلية والمائلة:



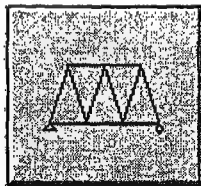
شكل (٢٠٤) قطاع (A - A)

- يتم بداية تحديد الوحدات المستخدمة لتحديد الأبعاد والأحمال وخواص المواد، وهي نفس الوحدات التي سيتم إخراج النتائج بها:



- يتم بعد ذلك إدخال منشأ جديد وذلك من خلال الأمر

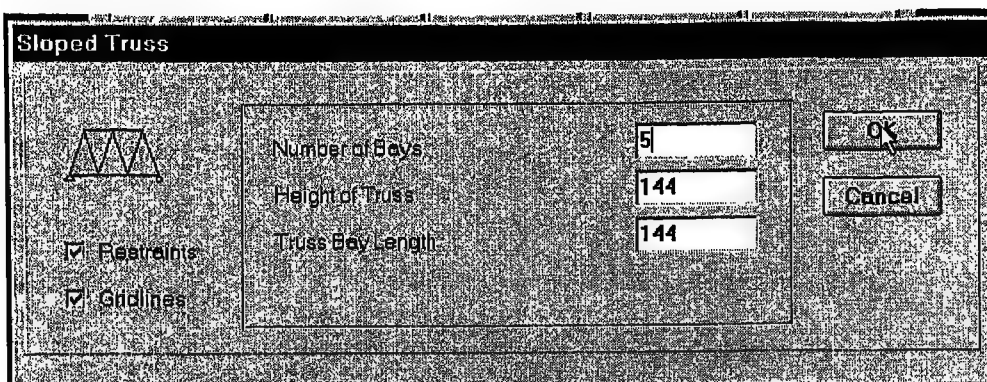
File → New Model from Template



ويتم اختيار الجمالون ثنائي الأبعاد 2D Truss

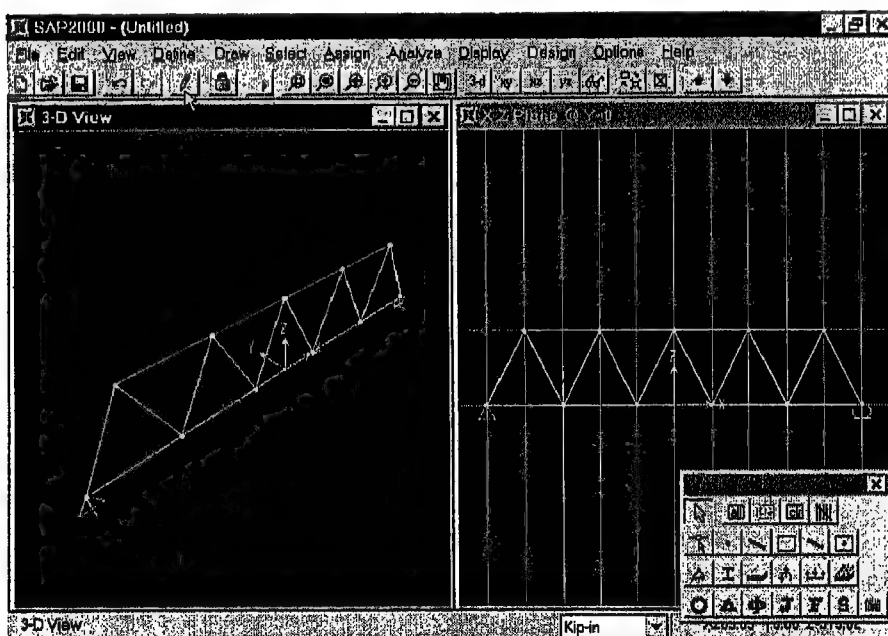
فيظهر مربع حوار كما بالشكل (٢٠٥) فندخل بيانات المنشأ كما يلي:

Number of bays = 5
Bay width = 144 in
Truss Height = 144 in



شكل (٢٠٥) إدخال بيانات المنشأ الجديد

بعد ذلك يتم عرض المنشأ في نافذتي الشاشة إحداهما ثنائي الأبعاد والأخرى ثلاثي الأبعاد كما بالشكل (٢٠٦):

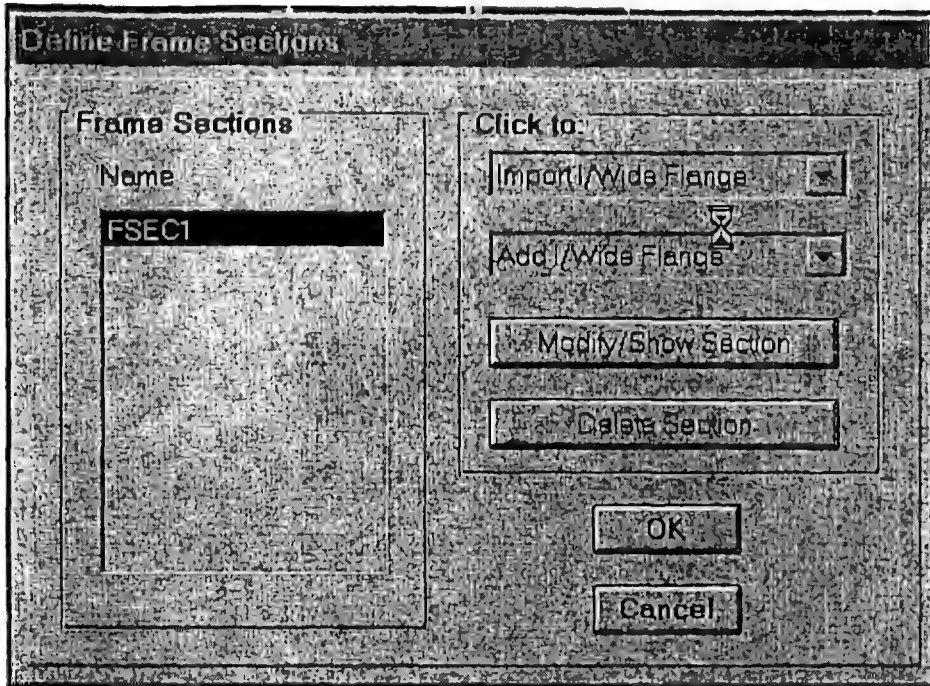


شكل (٢٠٦) عناصر المنشأ

- تعريف قطاعات المنشأ :

يتم تعريف قطاعات المنشأ من خلال الأمر الخاص بالقطاعات Sections المتفرع من أمر العناصر الإطارية Frame من قائمة التعريف Define
Define → Frame → Sections

حيث يظهر مربع حوار لإدخال قطاعات العناصر كما بالشكل (٢٠٧):

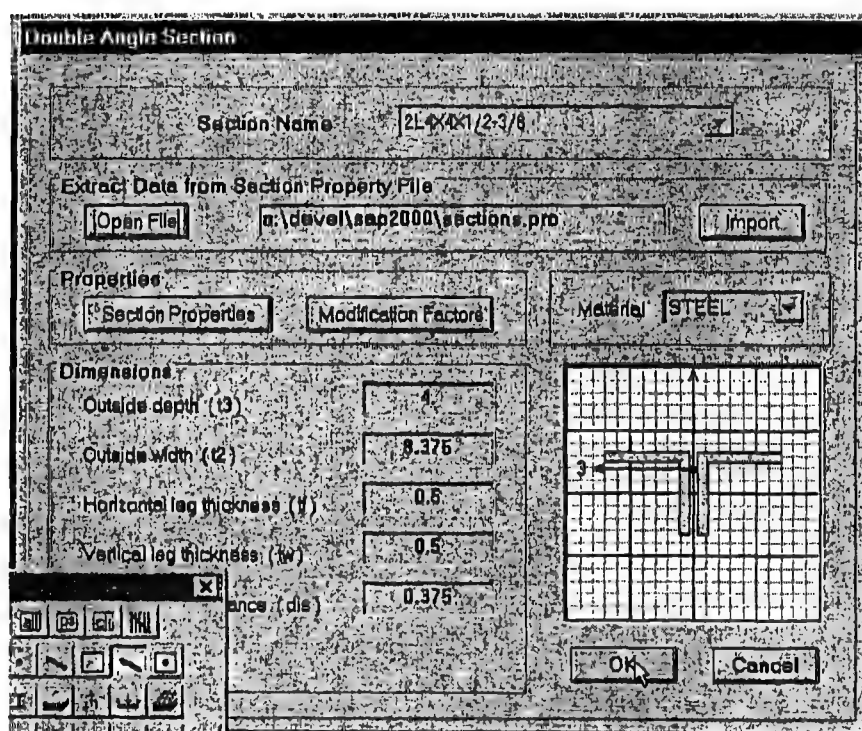


شكل (٢٠٧) تعريف قطاعات المنشأ

لتعريف قطاعات جديدة

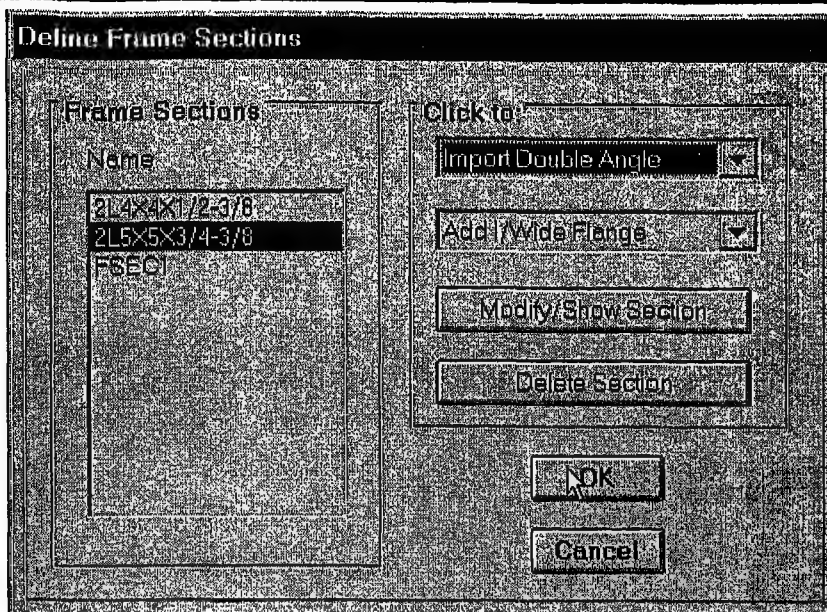
- من قائمة الإدراج Import يتم اختيار Import Double Angle
- يظهر مربع حوار لإدخال ملف قاعدة البيانات فيتم اختيار ملف قاعدة البيانات الخاص بالبرنامج Sections.pro.

- يظهر مربع حوار يحتوى على قطاعات Double Angle المتاحة بهذا الملف فيتم اختيار القطاعين المطلوب تعريفهم كما هو واضح بالقطاع الخاص بالمنشأ - شكل (٢٠٤) وهم:
(2L 5x5x3/4-3/8 , 2L 4x4x1/2-3/8)
- ويمكن من خلال نفس القائمة عرض بيانات تفصيلية عن أي قطاع بمجرد النقر عليه بالماوس مرتين Double Click ، وبتجربة ذلك على القطاع 2L 4x4x1/2-3/8 تظهر البيانات بشكل (٢٠٨) .



شكل (٢٠٨) بيانات القطاع

- وبعد اختيار القطاعات المطلوبة - شكل (٢٠٩) - وظهورها بالنافذة تبدأ مرحلة تخصيص القطاعات للعناصر .



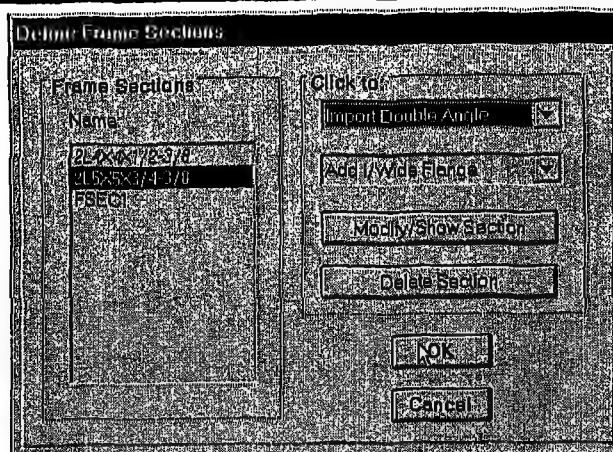
شكل (٢٠٩)

○ تخصيص مقاطعات العناصر:

• يتم اختيار العناصر العلوية للمنشأ Top Chord Members باستخدام نافذة الاختيار - كما ببرنامج الأوتوكاد- ويمكن الاختيار بأسلوب آخر كاستخدام خط يقطع العناصر المطلوبة Intersecting Line ويتم بهذه الطريقة اختيار العناصر المائلة Diagonals .

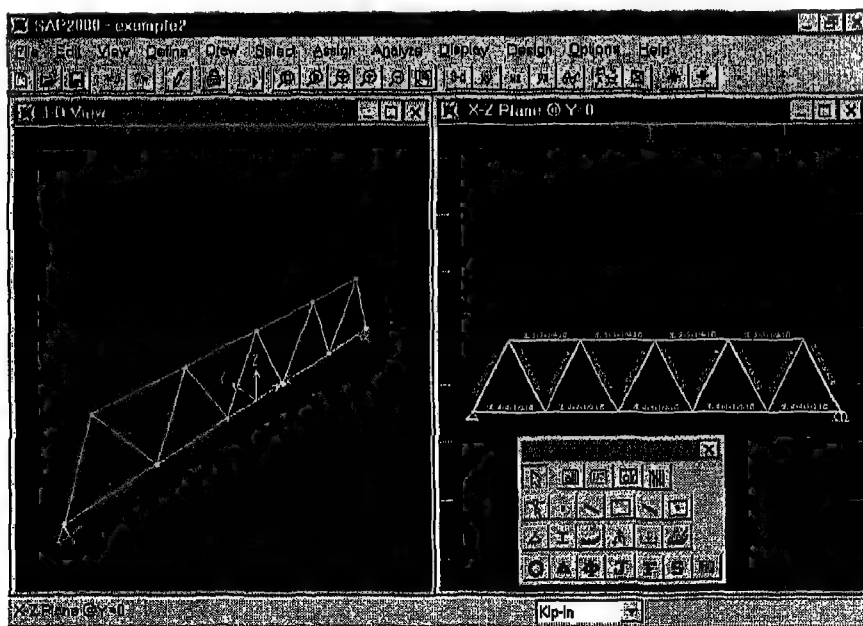
يتم بعد ذلك التخصيص بالأمر الخاص بالمقاطع Sections المتفرع من أمر العناصر الإطارية Frame من قائمة التخصيص Assign
Assign → Frame → Sections

- يظهر مربع حوار - لشكل (٢١٠) لاختيار المقاطعات فيتم اختيار القطاع 2L 5x5x3/4-3/8 لهذه العناصر، وبذلك يكون قد تم تخصيص القطاع المذكور للعناصر العلوية والمائلة.



شكل (٢١٠) تخصيص قطاعات العناصر

- يتم بعد ذلك اختيار العناصر السفلية **Bottom Chord Members** باستخدام نافذة الاختيار ثم تخصيص القطاع **2L 4x4x1/2-3/8** لها كما سبق تماماً.
- يبدو المنشأ بعد ذلك وقد تم توقيع أسماء القطاعات على كل عنصر -شكل (٢١١).

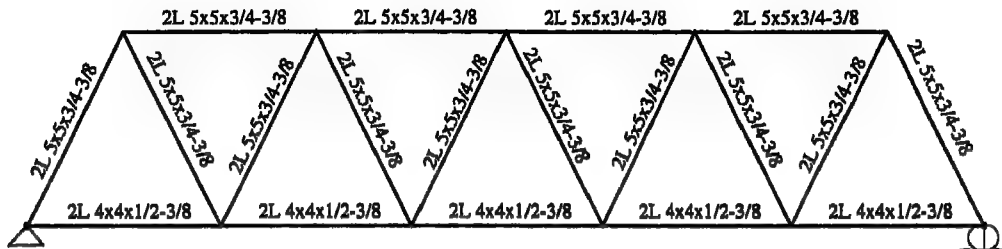


شكل (٢١١) شكل المنشأ بعد إضافة القطاعات

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

قد لا تبدو أسماء القطاعات واضحة في الشكل (٢١١) ولكنها تتطابق مع أسماء القطاعات في شكل (٢١٢).



شكل (٢١٢) أسماء القطاعات للمنشأ

- لاستعراض المنشأ بدون أسماء القطاعات يمكن تنفيذ الأمر :

Display → Display Undeformed Shape

ملحوظة:

يمكن تغيير أسلوب عرض المنشأ على الشاشة من خلال بعض المتغيرات داخل الأمر Preferences من قائمة الخيارات Options.

- بعد الانتهاء من تخصيص القطاعات لعناصر المنشأ تأتي مرحلة تحديد الأحمال، ويتم ذلك من خلال قائمة التعريف Define حيث يتم اختيار الأمر الخاص بتحديد الأحمال الإستاتيكية Static Load Cases

Define →

- يتم إدخال بيانات حالتين للتحميل بالمواصفات الآتية :

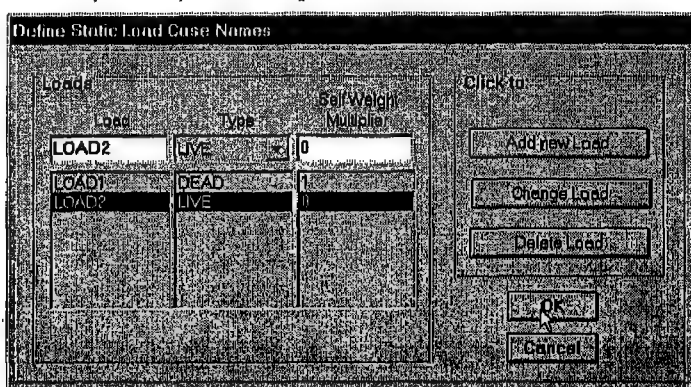
• الحالة الأولى: تمثل الحمل الميت مضافا إليه حمل الوزن النوعي للمنشأ.

Load : LOAD1
Type : DEAD
Self-Weight Multiplier : 1

- الحالة الثانية : تمثل حالة الحمل الحي فقط بدون وزن المنشأ.

Load : LOAD2
Type : LIVE
Self-Weight Multiplier : 0

- ويتم تعريف حالات التحميل السابقة من خلال مربع الحوار الخاص بتحديد حالات التحميل الإستاتيكية التالي - شكل (٢١٣) :



شكل (٢١٣) تعريف حالات التحميل

- بعد تحديد حالات التحميل يتم تخصيص الأحمال لعناصر المنشأ، وحيث أن الأحمال المؤثرة على المنشأ الجمالوني بهذا المثال تتركز عند النقاط السفلية فيتم اختيار النقاط السفلية بفاضة الاختيار ثم تخصيص الأحمال كما يلي:

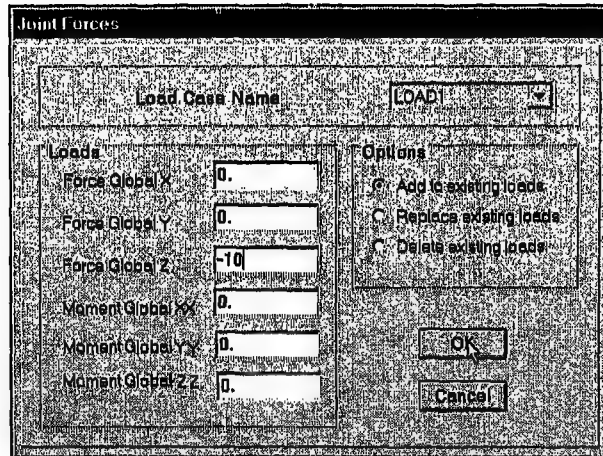
- تخصيص حالة التحميل الأولى - *Dead Loads* :

- يتم تنفيذ الأمر ننفذ الأمر Forces من Joint Static Loads من قائمة

التخصيص Assign:

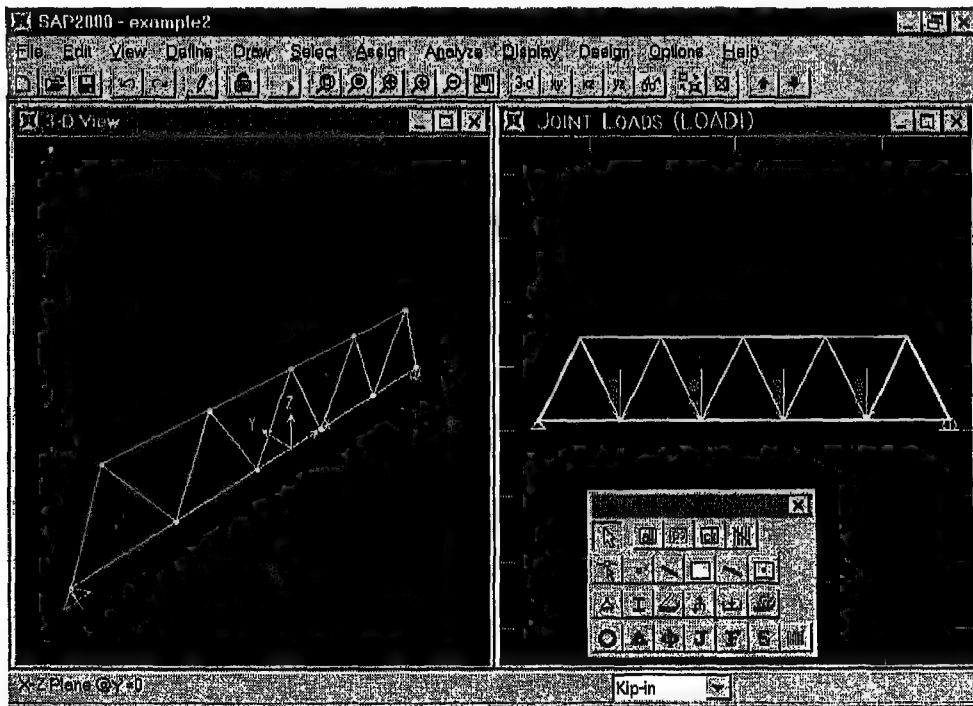
Assign → Joint Static Loads → Forces

- يظهر مربع حوار لإدخال الأحمال للنقط التي تم اختيارها فيتم إدخال قيم الحمل الميت Dead Loads تماما كما هو موضح بالشكل (٢٠٢) وبعد ذلك يبدو مربع الحوار كما يلي- شكل (٢١٤) :



شكل (٢١٤) إدخال أحمال النقاط للحالة الأولى

يلاحظ أن القوى المدخلة موجهة في الاتجاه السالب للمحور العام Z وحالة التحميل هي الحالة الأولى LOAD1 ويبدو المنشأ كما بالشكل (٢١٥):



شكل (٢١٥) حالة التحميل Load1

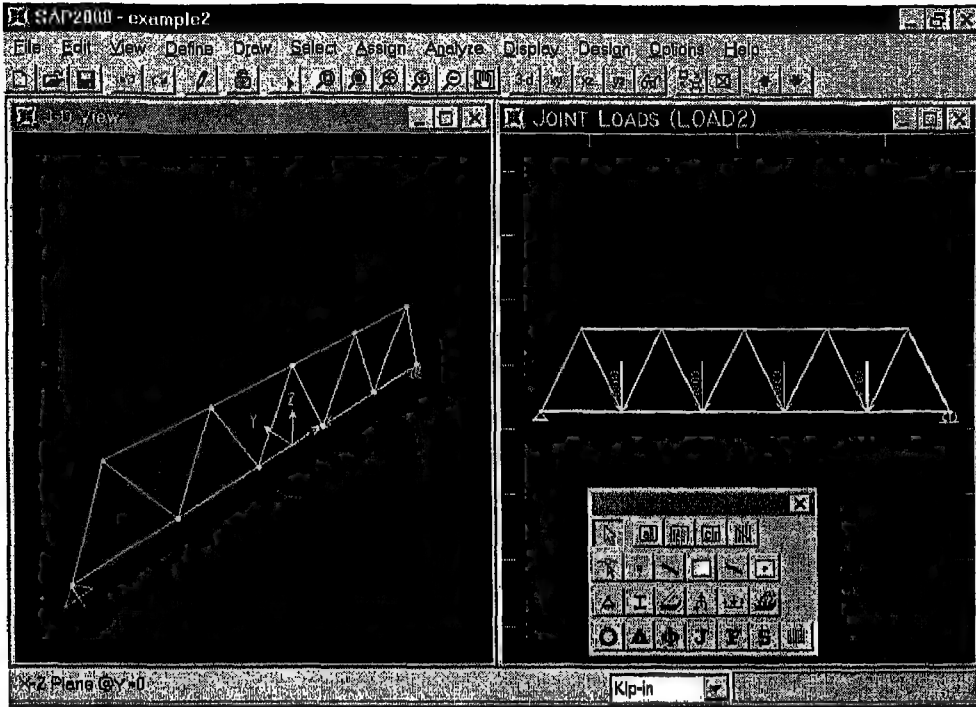
• تخصيص حالة التحميل الثانية - *Live Loads* :

- يتم تكرار نفس الخطوات السابقة مع تغيير اسم حالة التحميل وقيم الأحمال فيظهر مربع الحوار - شكل (٢١٦)، ثم يبدو شكل المنشأ كما بالشكل (٢١٧) :

شكل (٢١٦) حالة التحميل (LOAD2)

- يلاحظ أن حالة التحميل هي: LOAD2 ، تغير قيم الأحمال إلى القيمة ٤٠ في الاتجاه السالب للمحور العام Z.

قيم الأحمال بحالتي التحميل تتطابق مع قيم الأحمال بالشكل (٢٠٢)
والشكل (٢٠٣) .

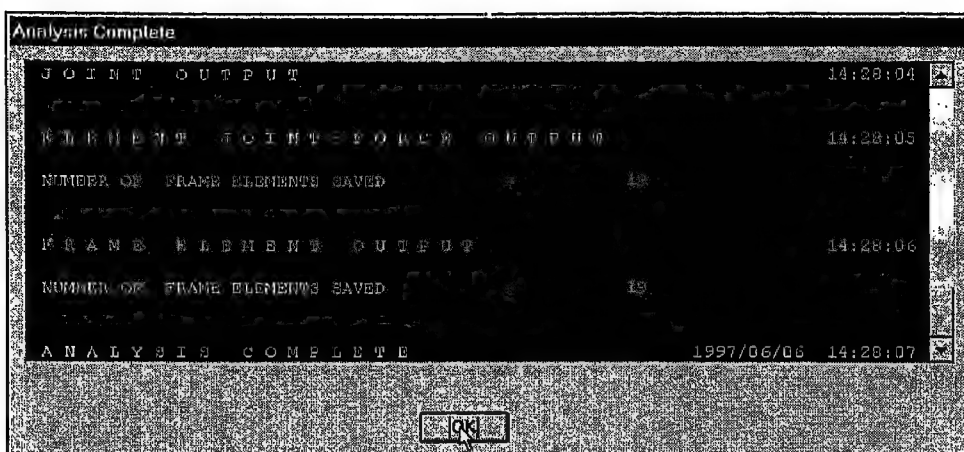


شكل (٢١٧) أحمال حالة التحميل الثانية

○ مرحلة التحليل الإنشائي



- بعد انتهاء عمليات تخصيص القطاعات والأحمال تبدأ عملية التحليل الإنشائي ،
ويلاحظ أننا لم نقوم بالإدخال خواص المواد لعناصر المنشأ حيث أن العنصر
الافتراضي للبرنامج هو الحديد Steel ولا حاجة لتغييره، وكذلك حالات نقاط
الارتكاز التي يفترضها البرنامج مناسبة ولا توجد حاجة لتغييرها.

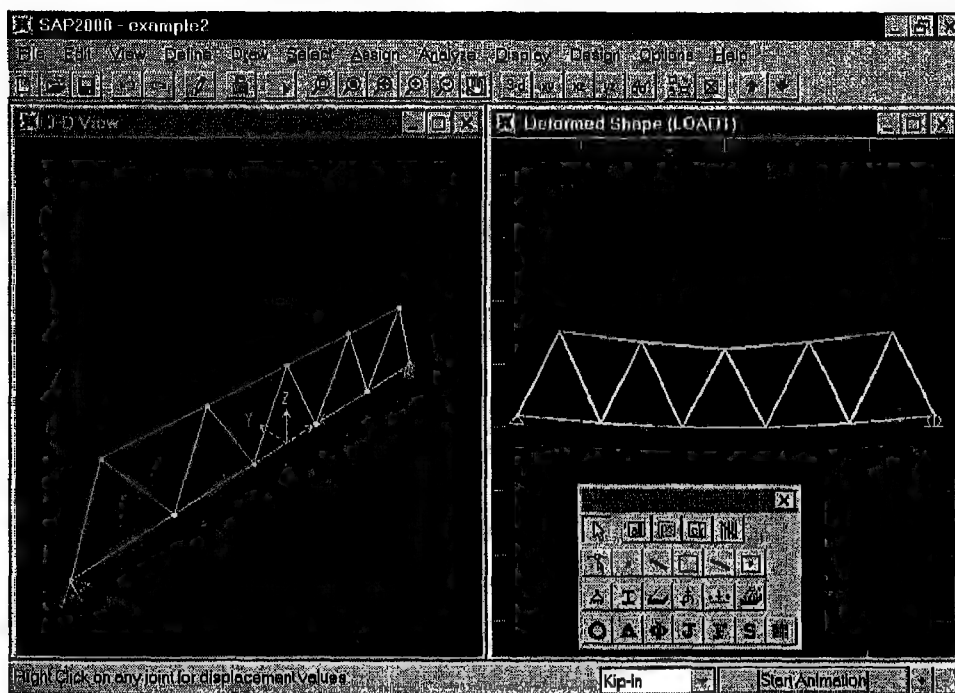
- لبدأ التحليل الإنشائي للمنشأ يتم تنفيذ الأمر Run من قائمة التحليل Analyze
فيظهر مربع حوار لاختيار اسم معين لحفظ الملف ويتم حفظه بإسم
Truss2.sdb - تظهر بعد ذلك النافذة التالية - شكل (٢١٨) لعرض مراحل
تحليل المنشأ على الشاشة .



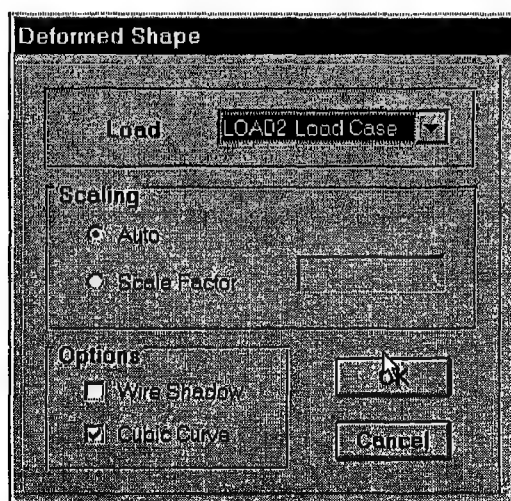
شكل (٢١٨) الانتهاء من عملية الحسابات

○ استعراض شكل المنشأ:

- بعد انتهاء عملية التحليل الإنشائي يقوم البرنامج بعرض شكل المنشأ والتشكلات Deformations الحادثة له تحت تأثير حالة التحميل الأولى أوتوماتيكيا كما بالشكل (٢١٩) ويمكن بدأ استعراض شكل المنشأ والتشكلات الحادثة له تحت تأثير حالات التحميل الأخرى المختلفة.
- ولعرض تشكلات المنشأ تحت تأثير حالة التحميل الثانية LOAD2 في نافذة العرض اليسرى يتم الانتقال إلى النافذة اليسرى وتنشيطها وذلك بمجرد النقر بالماوس بأي موضع بها، ثم يتم تغيير مستوى الرؤية إلى المستوى X-Z بضغط الأيقونة  في شريط الأدوات الرئيسي .
- نضغط الأيقونة  في شريط الأدوات الطافي لعرض تشكلات المنشأ ومن خلال مربع الحوار الذي يظهر بمجرد ضغط الأيقونة شكل نحدد حالة التحميل المطلوبة LOAD2 حيث يبدو مربع الحوار كما بالشكل (٢٢٠) .

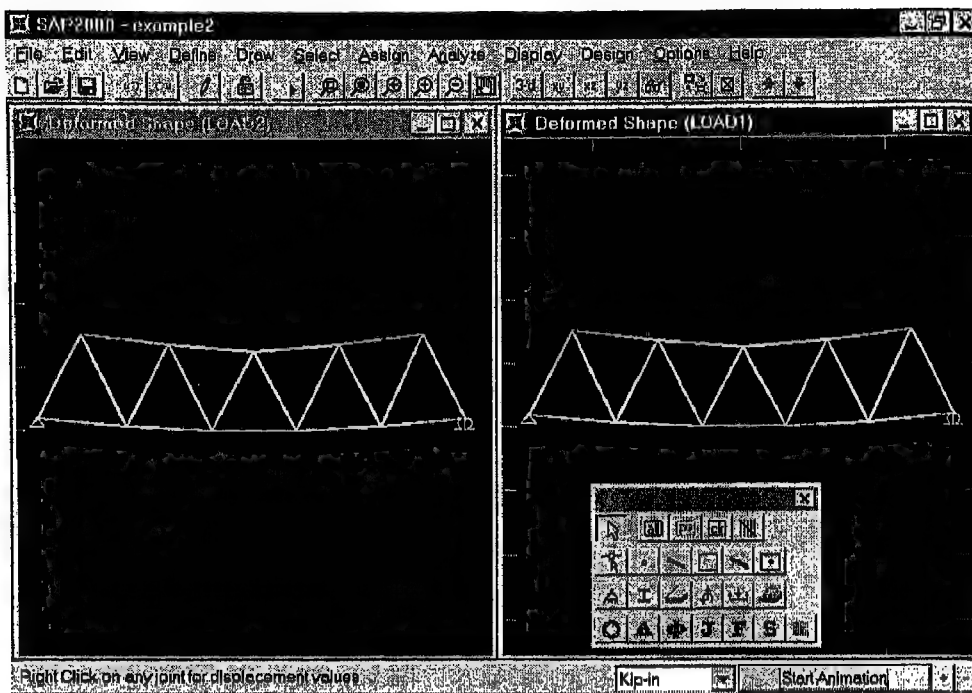


شكل (٢١٩) تشكلات المنشأ تحت تأثير حالة التحميل الأولى LOAD1



شكل (٢٢٠) عرض التشكلات

بعد الانتهاء من إدخال بيانات مربع الحوار نضغط فيبدو
شكل المنشأ كما بالشكل (٢٢١) .



شكل (٢٢١) تشكلات العناصر لحالة التحميل الأولى والثانية


- يلاحظ عرض التشكلات لحالتي التحميل في نفس الوقت حيث يتم عرض كل حالة في نافذة عرض على حده.
- لعرض قيم التشكلات عند أي نقطة نضغط عليها بزر الماوس الأيمن حيث يتم عرض نافذة بيانات كما بالشكل (٢٢٢) .

Joint Displacements				
Joint ID	10			
	X	Y	Z	
Trans	0.00940	0.00000	-0.36446	
Rotn	0.00000	0.00103	0.00000	

شكل (٢٢٢) تشكلات النقطة رقم ١٠

○ استعراض ردود الأفعال الداخلية للعناصر:


لاستعراض القوى المحورية للعناصر الجمالونية تحت تأثير حالة التحميل الأولى نتبع الآتي:

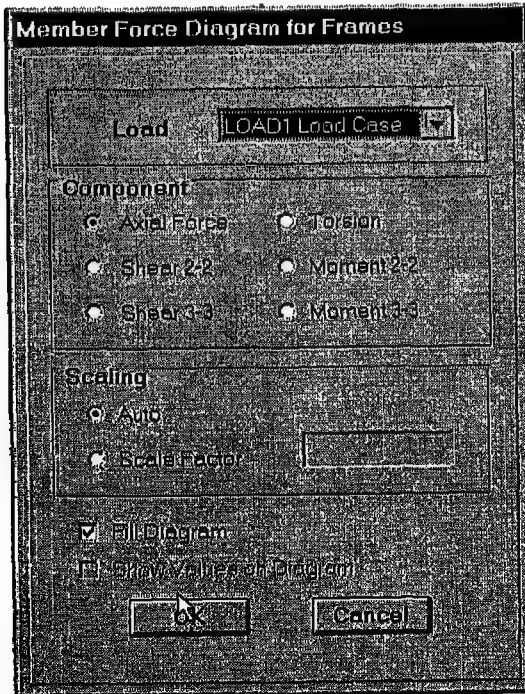
- نضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي أو ننفذ الأمر

Display → Element Forces / Stresses → Frames

- يظهر مربع حوار -شكل (٢٢٣)- فيتم إدخال البيانات اللازمة وهي:

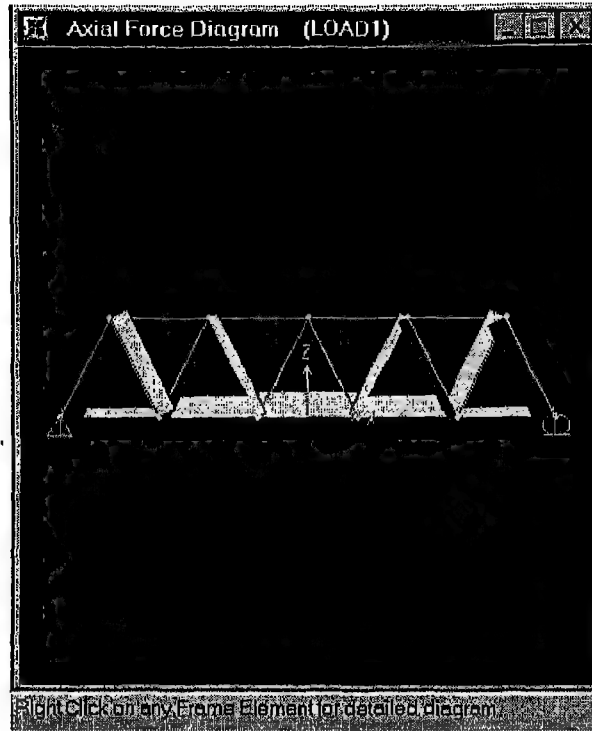
- تحديد حالة التحميل المطلوب عرض القوى الداخلية الناتجة عنها أمام Load
- تحديد نوع القوى الداخلية والاجهادات المطلوب عرضها باختيارها من منطقة Component.
- نحدد مقياس رسم القوى من منطقة Scaling أمام الاختيار Scale Factor أو تركها للبرنامج ليحددها أوتوماتيكيا باختيار Auto.
- نختار Fill Diagram لظهور الرسم مظللاً.

فيبدو مربع الحوار كما بالشكل (٢٢٣) ثم نضغط  فيبدو شكل المنشأ كما بالشكل (٢٢٤) .



شكل (٢٢٣)

عرض القوى الداخلية للعناصر



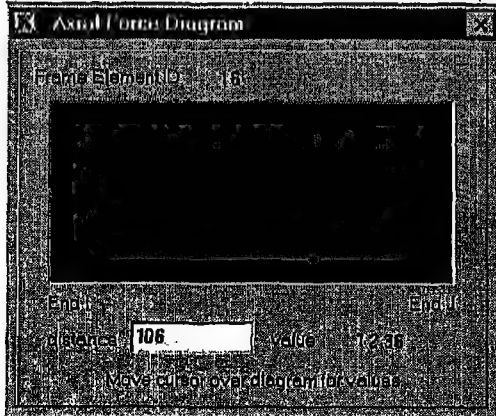
شكل (٢٢٤) القوى المحورية بالعناصر

- يلاحظ ظهور العبارة:

" Right Click on any frame Element for detailed diagram "

والتي تعنى أنه للحصول على رسم تفصيلي للقوى المحورية لأي عنصر يتم النقر على العنصر المطلوب بزر الماوس الأيمن.

- وعند النقر على العنصر رقم ١٦ تظهر الشاشة كما بالشكل (٢٢٥):



شكل (٢٢٥)

بيانات القوة المحورية للعنصر ١٦

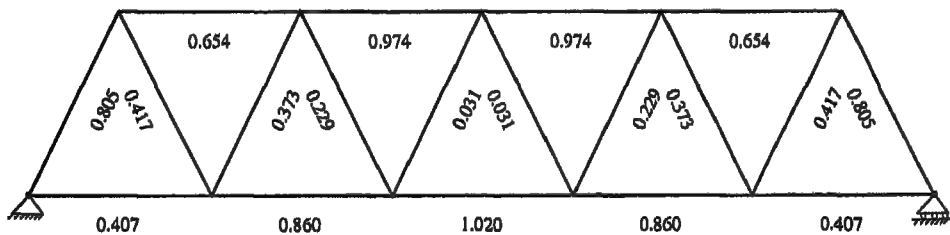
○ التصميم الإنشائي للمنشأ:

حيث أن البرنامج يبدأ تحليل المنشأ باختيار قطاعات افتراضية فإن مرحلة التصميم الحالية تبدأ بالتحقق من ملائمة تلك القطاعات للأحمال التي يتعرض لها المنشأ Check of Stresses وعند الرغبة في تغيير قطاعات معينة يتم إعادة التحليل مرة أخرى بناء على القطاعات الجديدة.

- ولبدء عملية التصميم يتم تنفيذ الأمر

Design → Start Design / Check of Structure

حيث يتم حساب الاجهادات الواقعة على العناصر ومقارنتها بالاجهادات التي يمكن ان يتحملها قطاع العنصر بأمان تبعا للمواصفات القياسية المتبعة ومن ثم عرض نسبة الإجهاد الفعلي للإجهاد التصميمي، ويجب ألا تزيد هذه النسبة عن ١ وإلا اعتبر القطاع غير آمن ويجب تغييره إلى قطاع آخر مناسب. ونسبة الإجهاد التي يتم حسابها تتم تحت تأثير حالة تجميع افتراضية للأحمال Dead Load + Live Load (وتستخدم حالة التجميع الافتراضية عند عدم إدخال المستخدم لحالات تجميع أحمال معينة) وتظهر نسب الاجهاد كما بالشكل (٢٢٦):




شكل (٢٢٦) نسب الاجهادات على العناصر

لعرض بيانات تفصيلية عن تصميم أي قطاع من قطاعات العناصر يتم النقر عليه بزر الماوس الأيمن حيث يتم عرض نافذة بيانات بها معلومات تفصيلية عن تصميم هذا العنصر .


○ إدخال تعديلات على المنشأ :

- المطلوب الآن إضافة عنصر رأسي جديد عند منتصف المنشأ ومحمل بقوة مقدارها 100 Kips متجهة لأسفل وتؤثر عند النهاية السفلية لهذا العنصر

- لإجراء هذا التعديل لابد من فتح الملف السابق بضغط الأيقونة 

حيث أن البرنامج يغلف الملف أوتوماتيكياً بعد انتهاء التحليل لمنع العبث به أو تعديل البيانات، وعند الرغبة في التعديل وفتح الملف يتم إرسال رسالة تحذير بأن جميع نتائج التحليل السابق سوف يتم إلغاؤها ولابد من الموافقة على ذلك لبدأ التعديل، وعند فتح الملف تتحول الأيقونة إلى الشكل : 

- وعند الرغبة في حفظ الملف الأول كما هو يمكن تسمية ملف المنشأ بإسم آخر Save As قبل الشروع في التعديل .

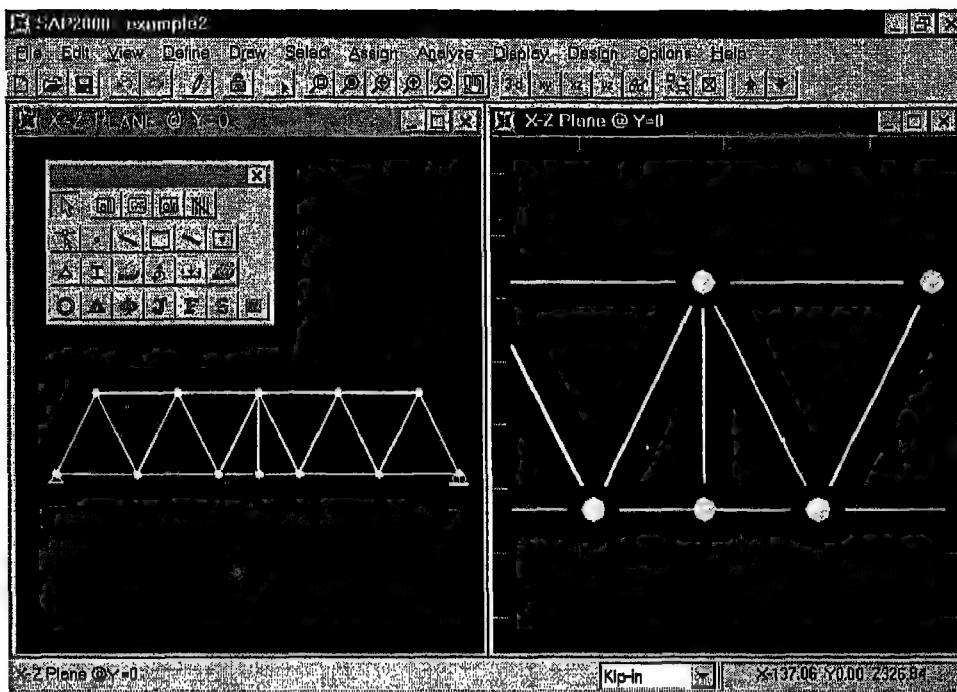
- بالضغط على الأيقونة  والتي تستخدم لرسم عنصر إطارى (Quick Draw Frame Element) ثم النقر بزر الماوس الأيسر على خط الشبكة المساعدة Grid Line الذي يقع عليه العنصر المطلوب يتم رسم العنصر في المكان المحدد.

- يلاحظ أن العنصر الجديد يبدأ من نقطة على خط العناصر العلوية ولكنه يرتكز على منتصف العنصر السفلي، لذا يلزم تقسيم العنصر السفلي إلى جزئين وخلق نقطة التقاء بينهما تمثل النهاية السفلية للعنصر الرأسي الجديد.


- لتنفيذ ذلك نبدأ بإخفاء خطوط الشبكة المساعدة والمحاور كما يلي:

- View → Show Grid Turn Grid off
- View → Axes Turn Axes off

- يمكن كذلك تكبير منطقة العنصر الجديد كما بالشكل (٢٢٧)

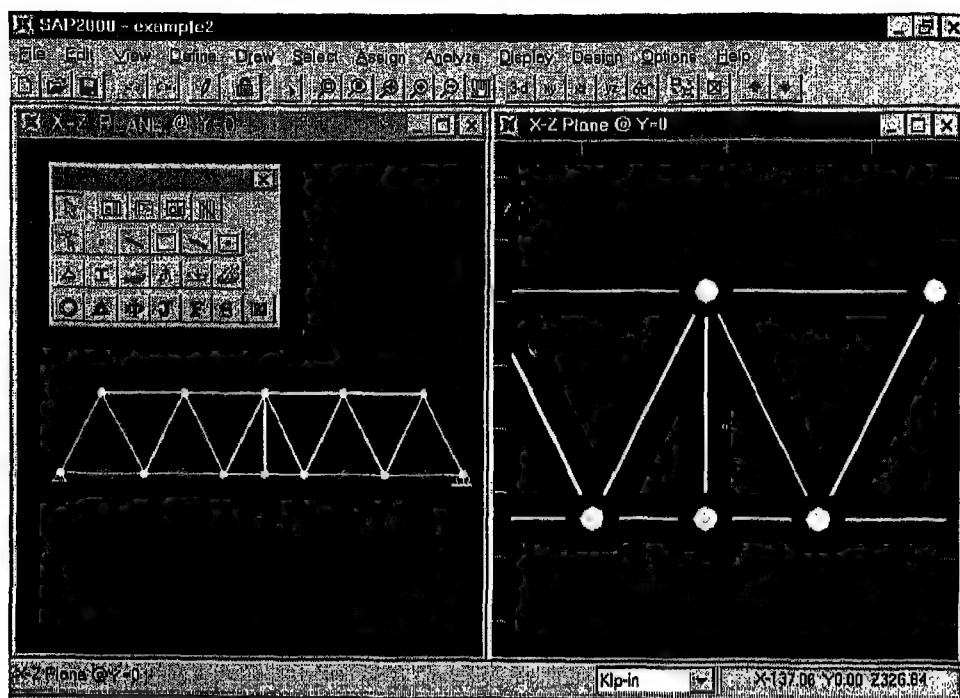


شكل (٢٢٧) العنصر المضاف قبل تعديله

- يتم إزالة العنصر الأفقي المطلوب تحويله إلى عنصرين بالأمر:
Edit → Delete
- نقوم برسم العنصرين الجديدين بضغط الأيقونة  أو تنفيذ الأمر
Draw → Frame Element

ثم بالضغط على النقطة اليسرى ثم نقطة المنتصف يتم رسم أول عنصر ثم بالضغط مرتين على النقطة الثالثة حيث يتم رسم العنصر الثاني.

بعد تعديل الرسم يبدو المنشأ كما بالشكل (٢٢٨) ويتم كما سبق تخصيص مقاطعات للعناصر المستجدة وليكن $2L 5 \times 5 \times 3/4 - 3/8$ للعنصر الرأسي والمقاطع $2L 4 \times 4 \times 1/2 - 3/8$ للعنصرين الأفقيين ثم وضع الحمل الجديد مع حالة التحميل الثانية وإعادة تحليل وتصميم المنشأ كما سبق.



شكل (٢٢٨) العنصر المضاف بعد تعديله

المثال الثالث



3D - Truss

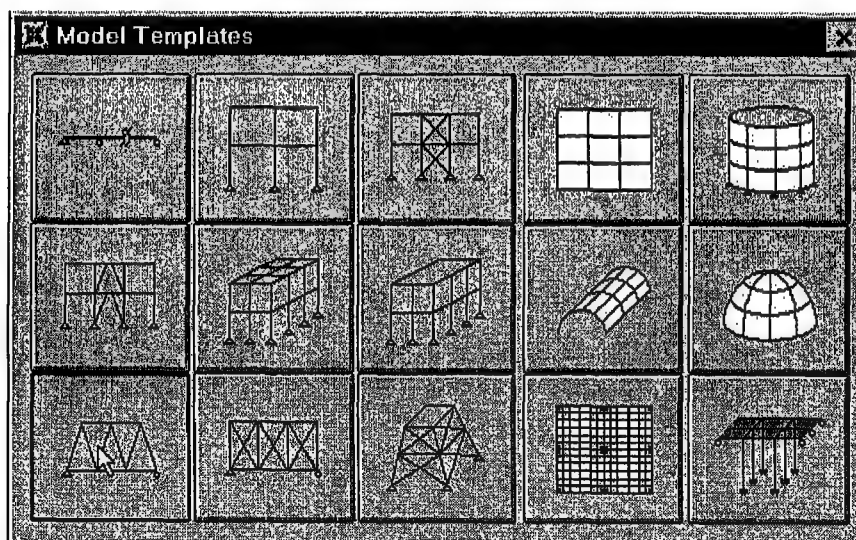
EXAMPLE 3:

3D-TRUSS

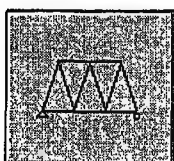
عند بدأ مشروع جديد يفضل بداية تحديد الوحدات التي سيتم التعامل بها بالنسبة للقوى والمسافات، حيث تكون هذه الوحدات هي نفسها التي تظهر بها نتائج البرنامج.



- نحدد الوحدات إلى
- يتم بدأ المشروع الجديد بفتح نافذة القوالب (الموديلات) الجاهزة وذلك بتنفيذ أمر New Model from templates.. وذلك من قائمة File.
- يظهر مربع حوار لعرض القوالب كما بالشكل (٢٢٩) .



شكل (٢٢٩) قوالب المنشآت الجاهزة

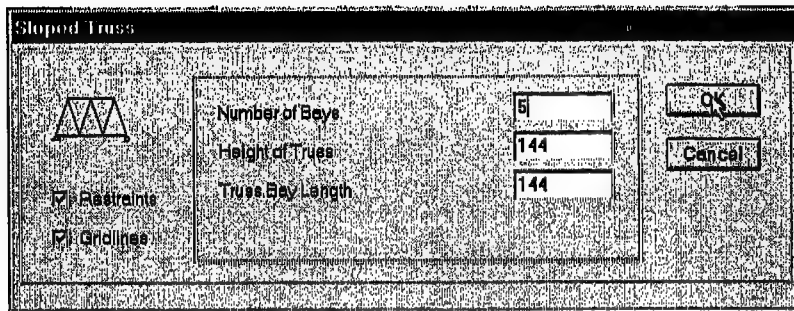


من خلال قوالب الموديلات الجاهزة يتم اختيار شكل الجمالون ثنائي الأبعاد 2D Truss كأساس إعداد الموديل المطلوب للمنشأ سواء أكان ثنائي أو ثلاثي الأبعاد.

SAP2000

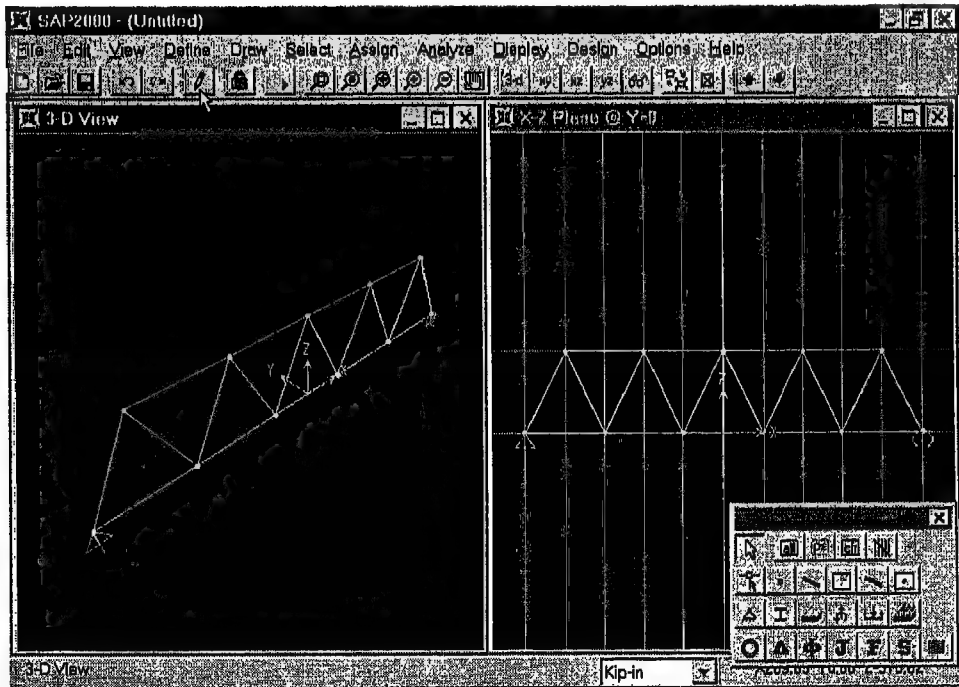
برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

بعد ذلك يظهر مربع حوار لإدخال بيانات المنشأ-شكل (٢٣٠)، ويتم من خلاله إدخال عدد الباكيات = ٥ ، وارتفاع المنشأ = ١٤٤ بوصة، وطول الباكية الواحدة من باكيات الجمالون.




شكل (٢٣٠) خصائص المنشأ

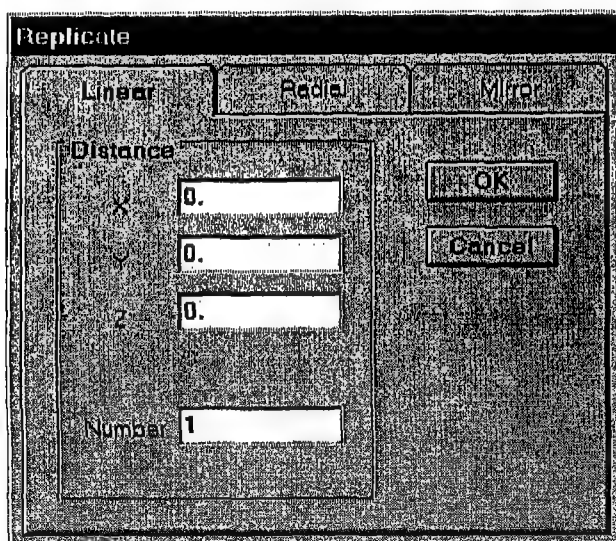
وبعد ذلك يظهر شكل المنشأ المبدئي كما بالشكل رقم (٢٣١)



شكل (٢٣١) شكل المنشأ المبدئي

لإعداد منشأ ثلاثي الأبعاد يمكن تكرار عناصر المنشأ في أي اتجاه وذلك باستخدام المصفوفات سواء أكانت مصفوفات خطية Linear أو دائرية Radial ، أو بتكرار العناصر بأساليب أخرى مشابهة لتلك المستخدمة ببرنامج الأوتوكاد ولإيضاح ذلك نسوق المثال التالي:

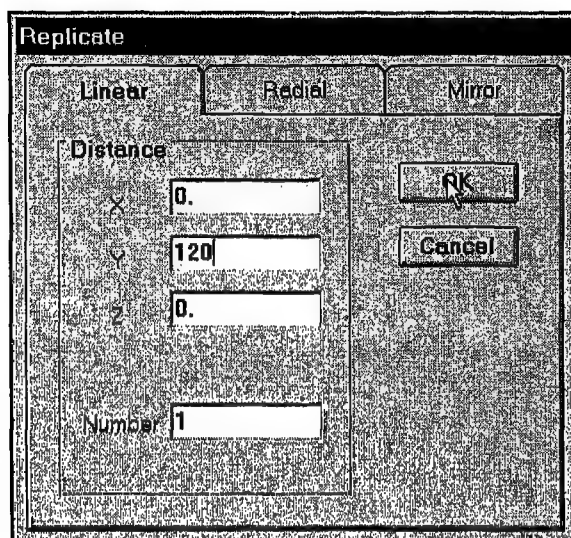
- وعودة إلى المثال الرئيسي ولتكرار عناصر الجمالون الحالي يتم اختيار العناصر المطلوب تكرارها، وفي هذا المثال يتم اختيار كل العناصر بالضغط على الأيقونة  فيظهر مربع الحوار- شكل (٢٣٢) - والمخصص لتكرار العناصر ويتم من خلاله الاختيار بين المصفوفات الخطية أو الدائرية أو المرآة.



شكل (٢٣٢) مربع الحوار لتكرار العناصر

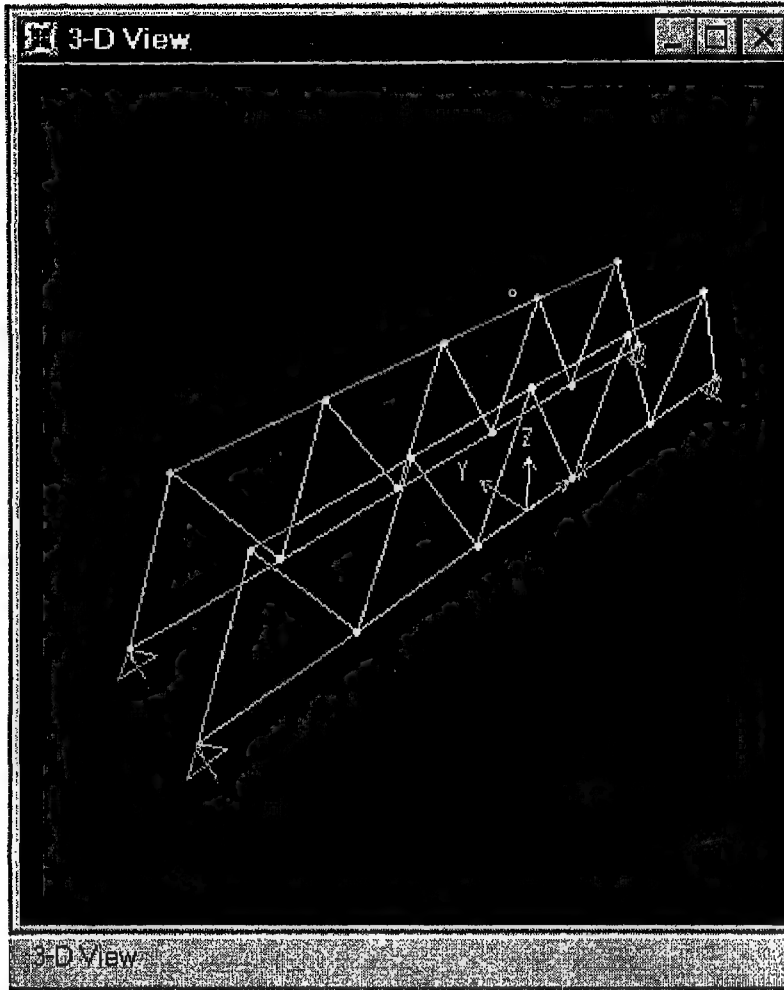
ومن خلال مربع الحوار السابق يتم أيضا تحديد المسافات بين العناصر المطلوب تكرارها في الاتجاهات الثلاثة وعدد مرات التكرار.

يتم تحديد المسافة في الاتجاه Y بالقيمة ١٢٠ بوصة والقيمة الموجبة تعني التكرار في الاتجاه الموجب لهذا المحور، كما يتم تحديد العدد ١ لتكرار العناصر المختارة مرة واحدة فقط - شكل (٢٣٣).



شكل (٢٣٣) - تحديد متغيرات تكرار العناصر

وبالضغط على زر **OK** الموافقة ثم يقوم البرنامج بتوليد عناصر موازية للعناصر الأصلية وتبعد عنها بمقدار ١٢٠ بوصة في الاتجاه الموجب للمحور العام Y حيث يبدو المنشأ كما بالشكل (٢٣٤).



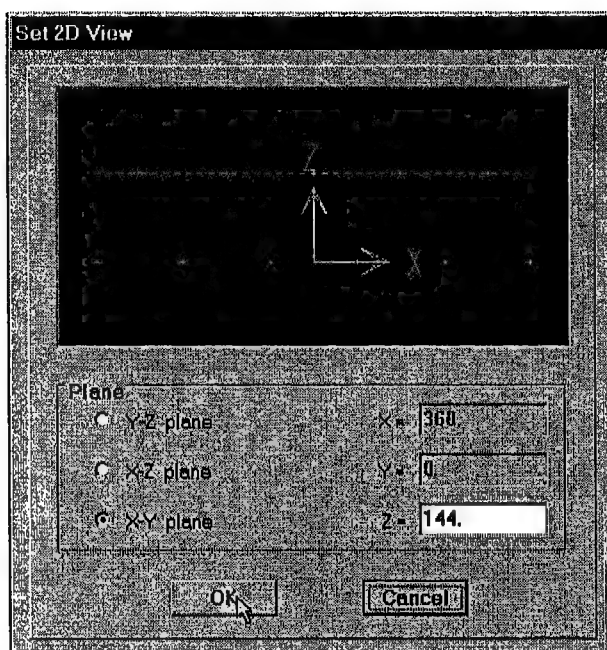
شكل (٢٣٤) - شكل المنشأ بعد تكرار العناصر

ما تم حتى هذه المرحلة هو تكرار عناصر المنشأ (عمل نسخة أخرى منها على بعد معين) ويبقى الآن الربط بينهما لتكوين منشأ واحد.

- تحديد عناصر الربط بين شقي المنشأ :

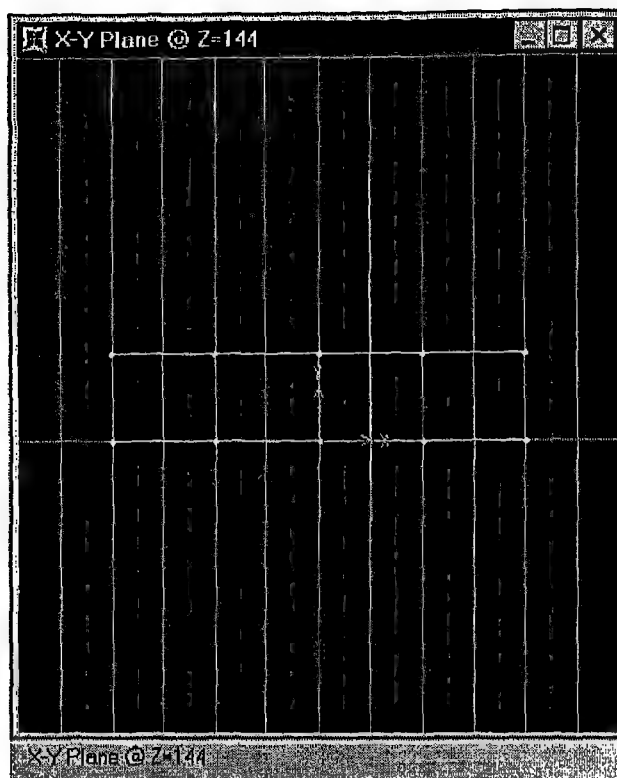
يتم رسم عناصر الربط بين الشقين بالماوس ولكي يتم تسهيل هذه العملية يفضل تغيير اتجاه الرؤية وتحويل مستوى الشاشة إلى مستوى الرسم لهذه العناصر ويتم ذلك كما يلي:

- نختار شاشة العرض اليسرى.
- يتم اختيار الأمر Set 2D View من قائمة View حيث يظهر مربع حوار لشكل (٢٣٥) لتغيير بيانات مستوى الرؤية:



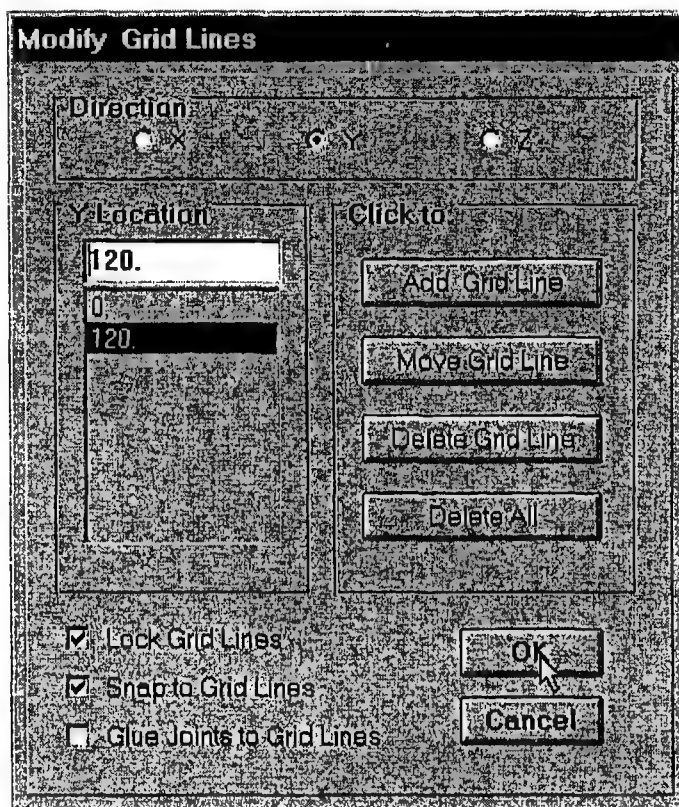
شكل (٢٣٥) تحديد مستوى الرؤية 2D

- يتم اختيار مستوى الرؤية X-Y Plane
- يتم تحديد قيمة Z تساوى ١٤٤ بوصة أي أن مستوى الرسم هو المستوى على ارتفاع $Z=144$ وأي عنصر يتم رسمه حالياً سيوضع بهذا المستوى. وتظهر نافذة الرسم اليسرى كما بالشكل (٢٣٦).



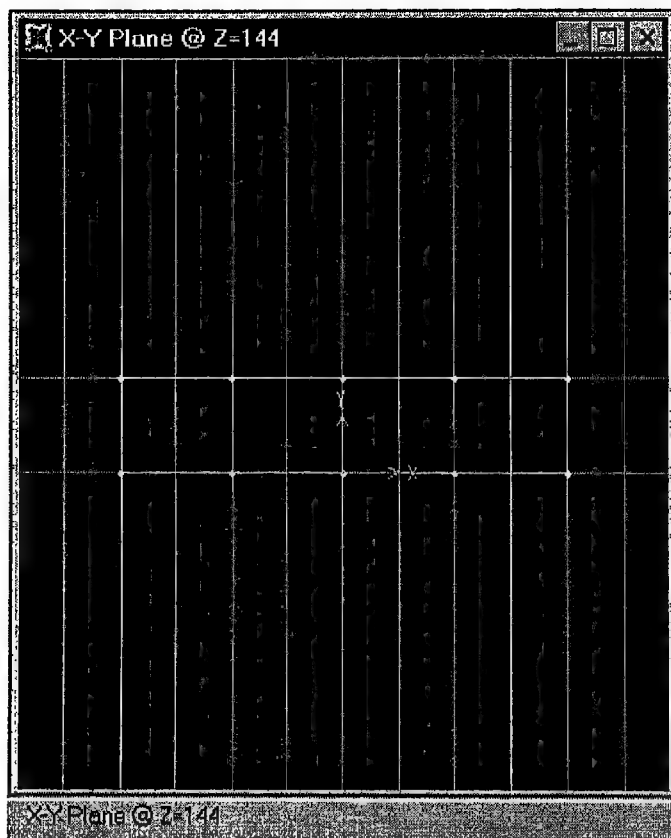
شكل (٢٣٦) - نافذة الرسم اليسرى

- يلاحظ أن خط شبكة الرسم المساعدة Grid Lines في اتجاه Y يظهر فقط عند العناصر الأصلية ولا يظهر عند العناصر المضافة، لإضافة خط شبكة عند العناصر المضافة يتم اختيار الأمر Edit Grid من قائمة Draw حيث يظهر مربع حوار بعنوان Modify Grid Lines فيتم إدخال البيانات كما بالشكل (٢٣٧) وبعد الخروج من هذه النافذة يظهر المنشأ مرة أخرى - شكل (٢٣٨).





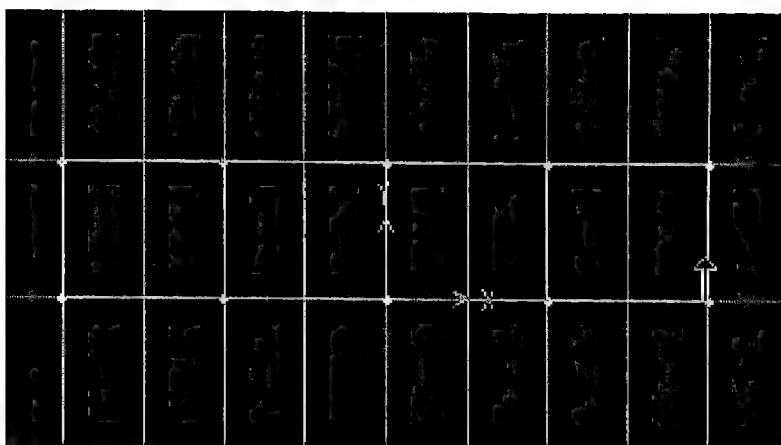
شكل (٢٣٧) إضافة خط شبكة

يلاحظ أنه من خلال مربع الحوار السابق تم إضافة خط شبكة Add Grid Line في اتجاه المحور العام Y وعلى بعد ١٢٠ بوصة من الخط الكائن وهذا البعد هو نفسه بعد العناصر المتكررة عن العناصر الأصلية، وبالتالي ينطبق خط الشبكة المضاف على العناصر المضافة.



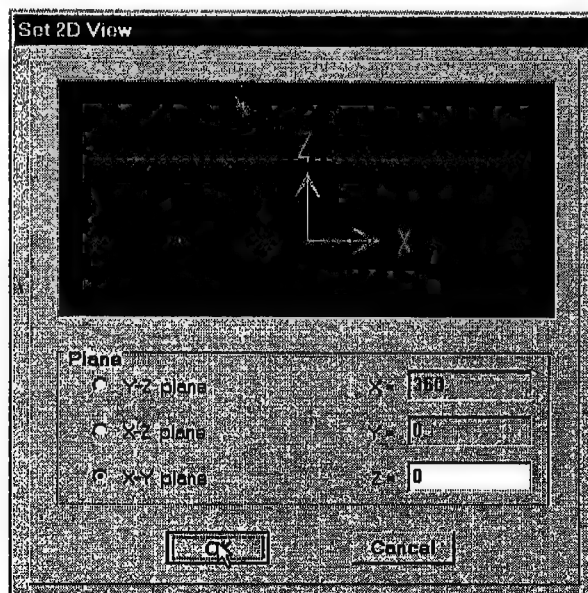
شكل (٢٣٨) إضافة خط الشبكة للعناصر الجديدة

يمكن الآن بدء رسم العناصر الجديدة للربط بين شقي المنشأ وذلك باستخدام الماوس وذلك باختيار الأمر Quick Draw Frame Element من قائمة Draw أو بالنقر على الأيقونة  وبتغيير شكل مؤشر الماوس إلى الشكل  يبدأ الرسم بالنقر بالماوس بين على خط الشبكة مكان العنصر المطلوب فيتم رسم العنصر فوراً (يلاحظ أن خط الشبكة المطلوب رسم العنصر عليه يجب أن يربط بين نقطتين، هاتين النقطتين تصبحان فيما بعد نقطتي بداية ونهاية العنصر. وبنفس الطريقة يمكن رسم جميع العناصر في هذا المستوى - شكل (٢٣٩)

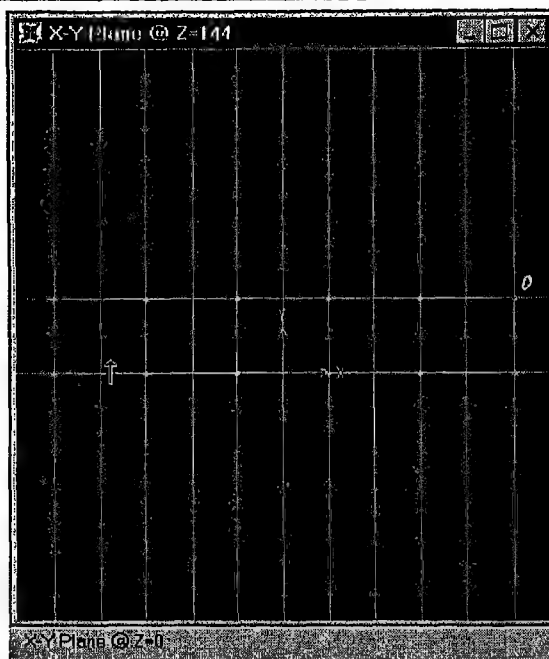


شكل (٢٣٩) رسم العناصر في المستوى $X - Y, Z=144$

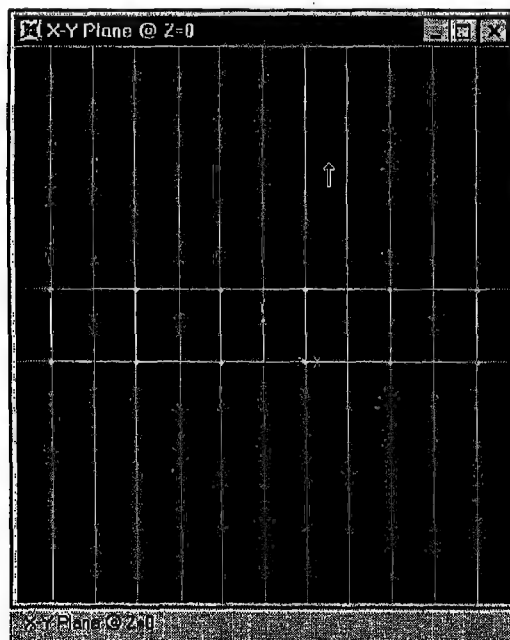
بنفس الطريقة يتم رسم العناصر في المستوى $Z=0$ بعد الانتقال لهذا المستوى من خلال الأمر Set 2D View من قائمة View حيث يظهر مربع الحوار لتحديد المستوى المطلوب وتتابع الخطوات تماما كما سبق - شكل (٢٤٠).



شكل (٢٤٠) الانتقال إلى المستوى $X-Y, Z=0$



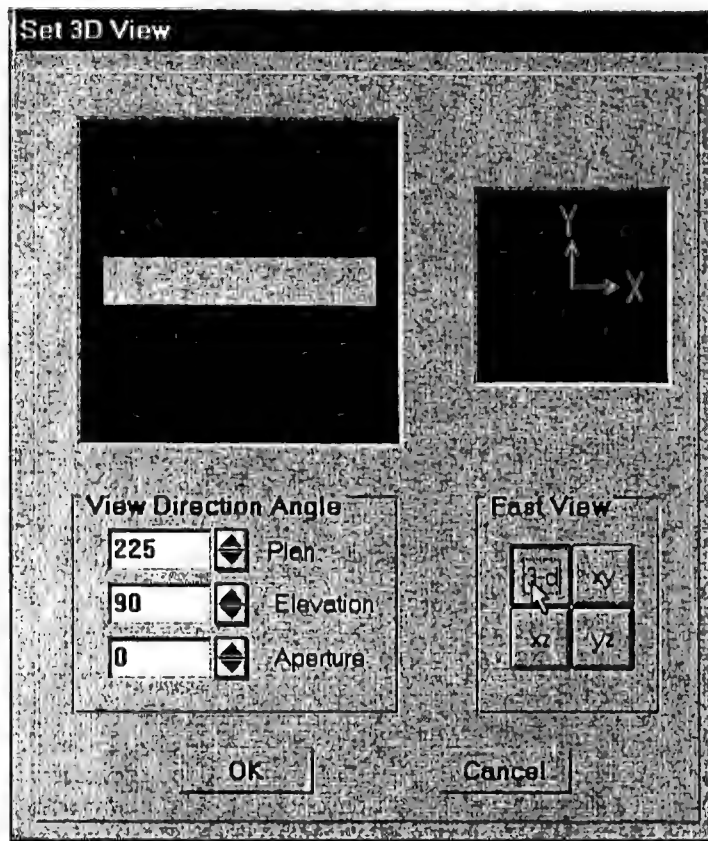
شكل (٢٤١) المنشأ في المستوى $X-Y, Z=0$



شكل (٢٤٢) المنشأ في المستوى $X-Y, Z=0$ بعد رسم العناصر

وبعد إضافة عناصر الربط في المستويين عند المستوى السفلي والمستوى العلوي للمنشأ، يتم العودة استعراض شكل المنشأ ثلاثي الأبعاد والتحقق من صحة أماكن العناصر السابق إضافتها.

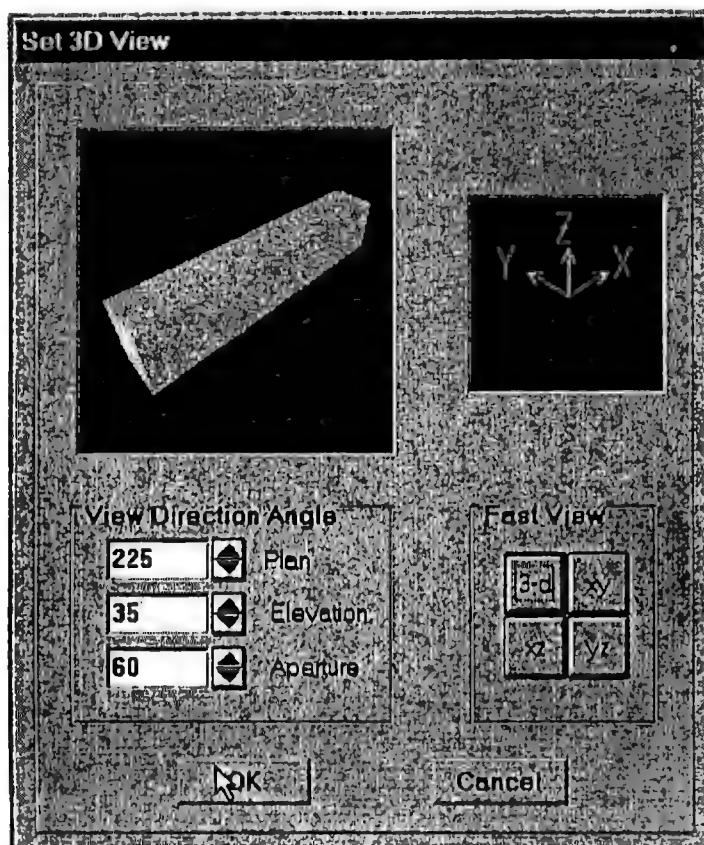
ولمعاينة المنشأ ثلاثي الأبعاد يتم اختيار الأمر Set 3D View من قائمة View حيث يظهر مربع الحوار التالي - شكل (٢٤٣):



شكل (٢٤٣) تغيير مستوى النظر

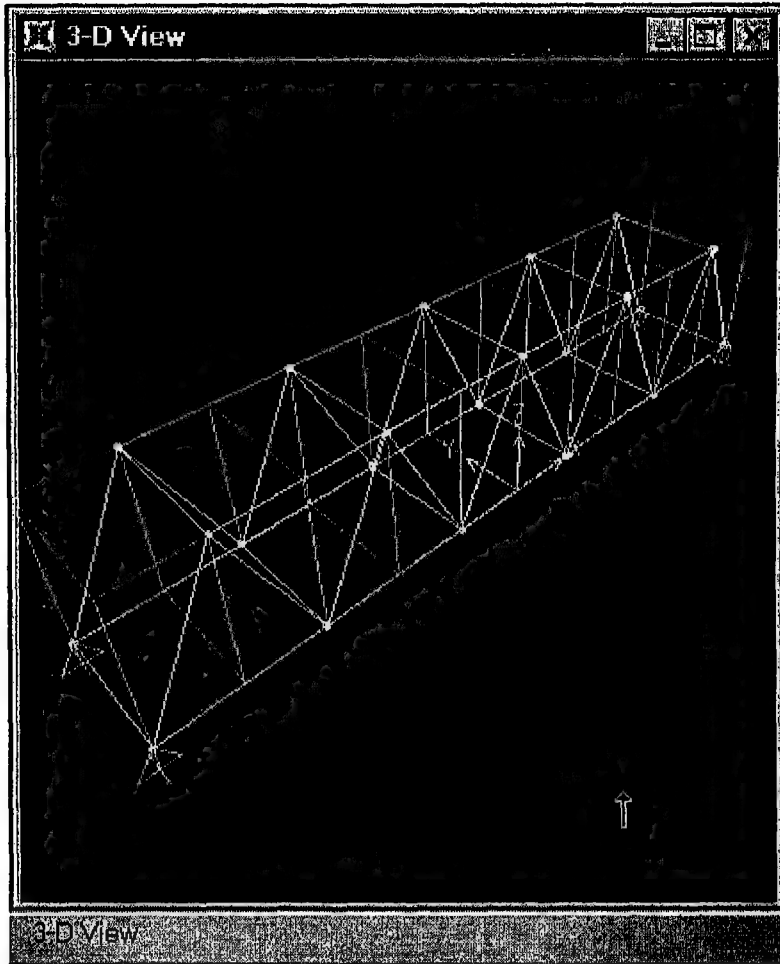
يلاحظ عند استعراض نافذة الحوار الحالية أن مستوى الرؤية المحدد بها هو المستوى الحالي لنافذة الرسم الجاري العمل من خلالها - النافذة اليسرى.

ومن خلال هذه النافذة يتم التحول إلى العرض ثلاثي الأبعاد بالضغط على 3-D حيث يظهر نفس مربع المحادثة السابق - شكل (٢٤٤) - ويعرض المحاور الجديدة وشكل العنصر ثلاثي الأبعاد.



شكل (٢٤٤) شكل العنصر ثلاثي الأبعاد - 3D

في هذا الشكل يتم التحكم في زاوية رؤية المنشأ في الفراغ عن طريق تحديد زوايا الرؤية من خلال نافذة View Direction Angle ، وبعد تحديد هذه الزوايا وضغط **OK** يبدو المنشأ كما بالشكل (٢٤٥)، وتظهر العناصر الجديدة المضافة للمنشأ.



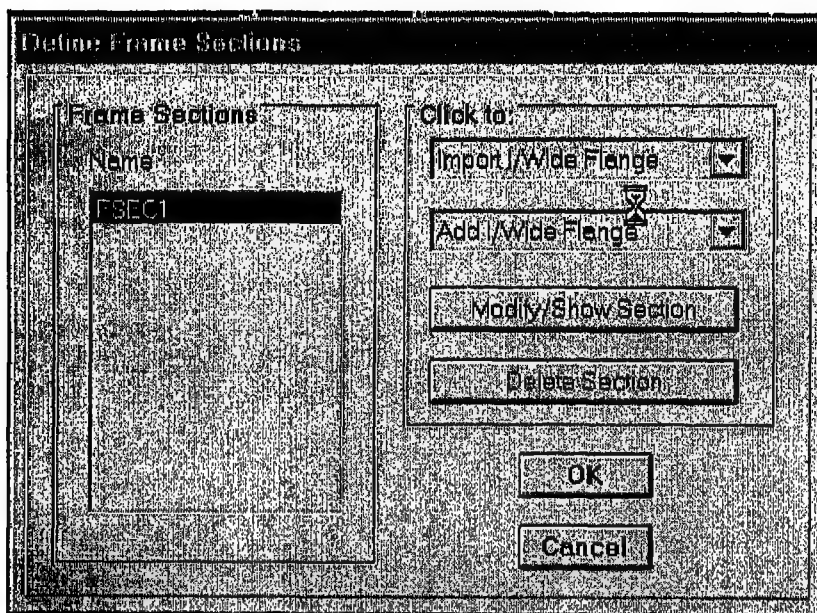
شكل (٢٤٥) - شكل المنشأ بعد اكتمال عناصره

○ تعريف مقاطعات العناصر الإطارية للمنشأ الجملوني:

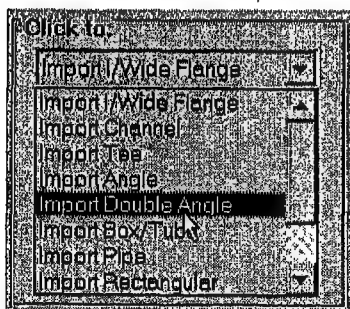
بعد الانتهاء من رسم المنشأ بالصورة المطلوبة، تبدأ مرحلة تعريف مقاطعات وخواص العناصر، ويتم ذلك من خلال قائمة التعريف Define ومن خلالها يتم اختيار العناصر الإطارية Frame ثم المقاطعات Sections تماماً مثلما تم عمله بالمثال الأول.

DEFINE menu → Frame → Sections

يظهر مربع الحوار بعنوان Define Frame Sections - شكل (٢٤٦):

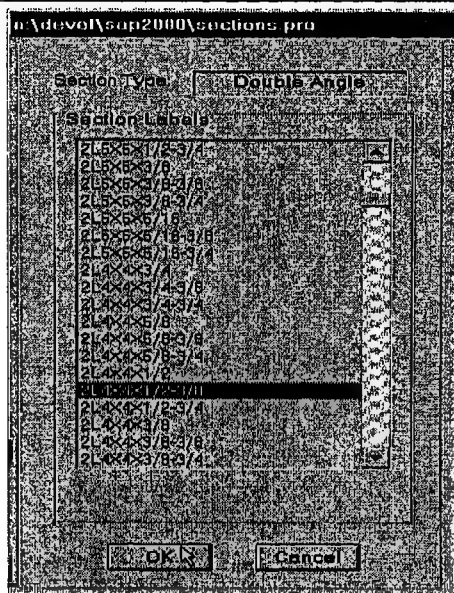


شكل (٢٤٦) إدخال قطاعات العناصر الاطارية




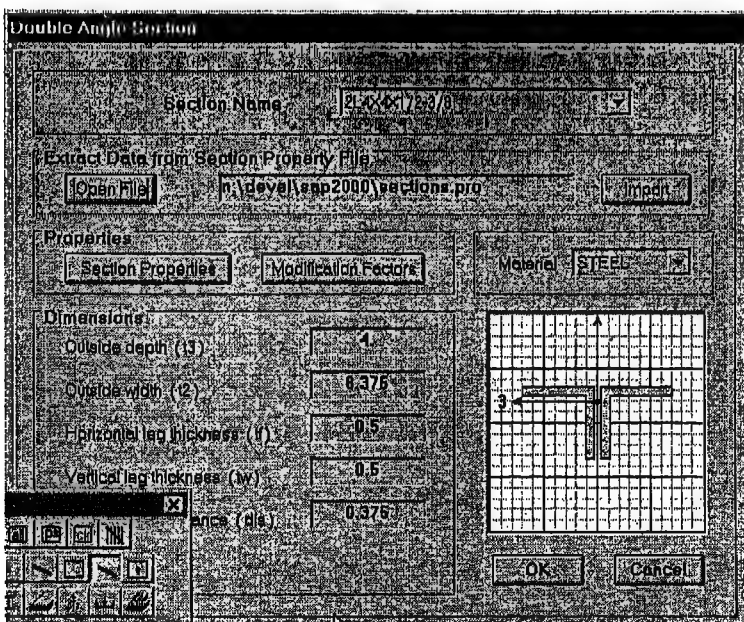
وباختيار أمر الإدراج Import تظهر القائمة التالية:

ومن خلال هذه القائمة نختار نوع القطاع المطلوب Double Angles
فيطلب البرنامج اسم ملف قاعدة البيانات فنحدد له قاعدة البيانات Sections Pro
فيقوم البرنامج بفتح قاعدة البيانات المحددة وعرض قطاعات الـ Double
Angles المتاحة للاختيار بينها - شكل (٢٤٧) ومن خلال هذه القائمة يتم اختيار
القطاعات التي سوف نحتاجها لتعريف قطاعات المنشأ.




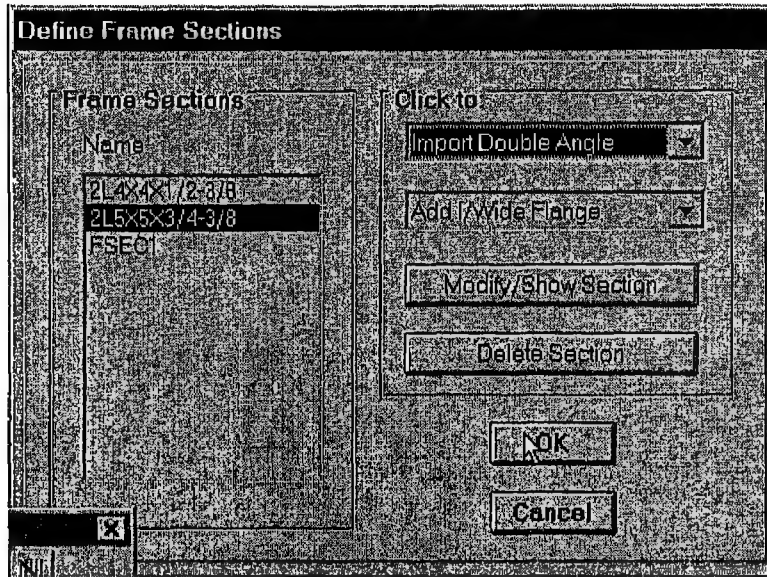
شكل (٢٤٧) اختيار القطاعات

وبعد الانتهاء من اختيار القطاعات والموافقة عليها  يظهر مربع حوار لعرض خصائص القطاعات التي تم اختيارها - شكل (٢٤٨).




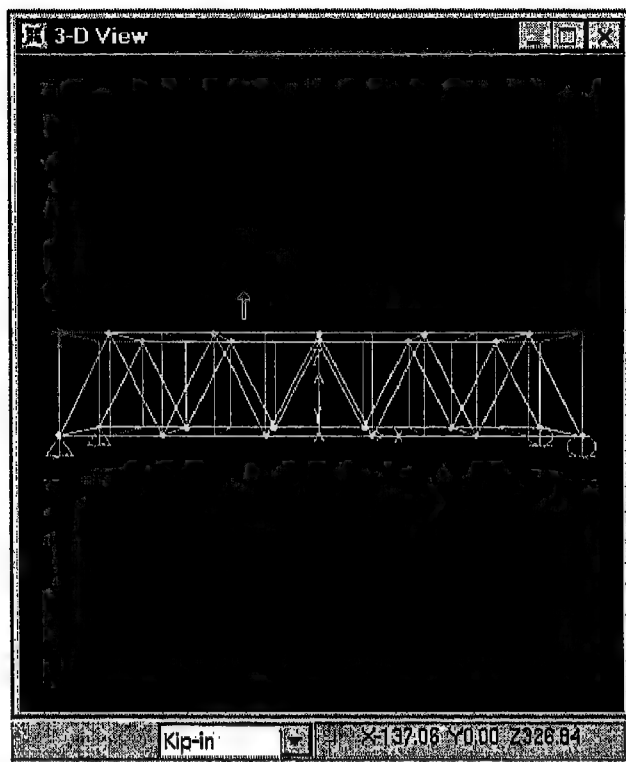
شكل (٢٤٨)
خصائص القطاعات
المعرفة

نضغط  فيظهر مربع حوار Define Frame Sections شكل (٢٤٩) حيث تظهر القطاعات التي تم اختيارها في مربع Frame Sections كما يلي:

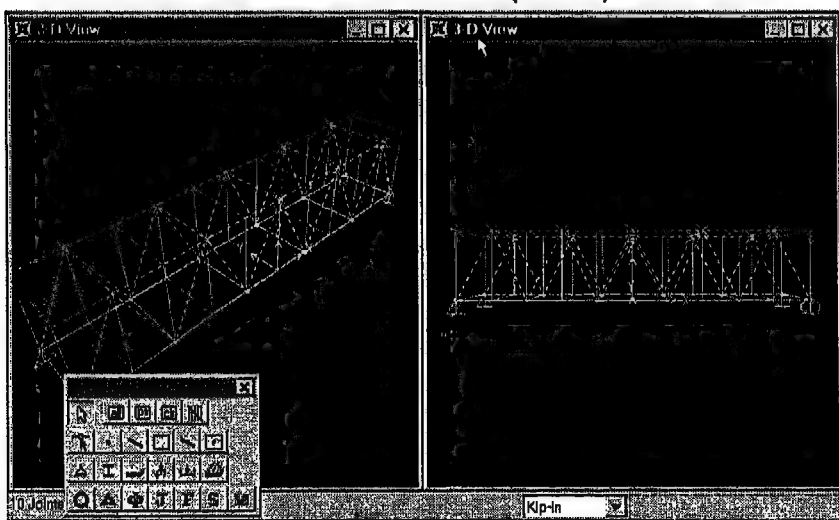


شكل (٢٤٩) القطاعات المعرفة بالمشروع

- وبعد تحديد القطاعات التي نحتاجها لتوصيف المنشأ تأتي مرحلة تخصيص هذه القطاعات لعناصر المنشأ المختلفة، وذلك كما يلي:
- يمكن تغيير زاوية الرؤية في نافذة الرسم اليمنى لرؤية عناصر المنشأ بصورة أفضل وذلك من خلال الأيقونة  حيث يبدو شكل المنشأ في نافذة الرسم اليمنى كما بالشكل (٢٥٠).
- يتم اختيار العناصر لتخصيص القطاعات لها والاختيار يتم إما باختيار عنصر أو باستخدام نافذة اختيار أو بخط يقطع العناصر المطلوبة تماماً كما بالأوتوكاد. والعناصر التي يتم اختيارها تظهر كخطوط منقوطة-شكل (٢٥١).



شكل (٢٥٠) تغيير مستوى الرؤية للمنشأ




شكل (٢٥١) اختيار العناصر العلوية والعناصر المائلة

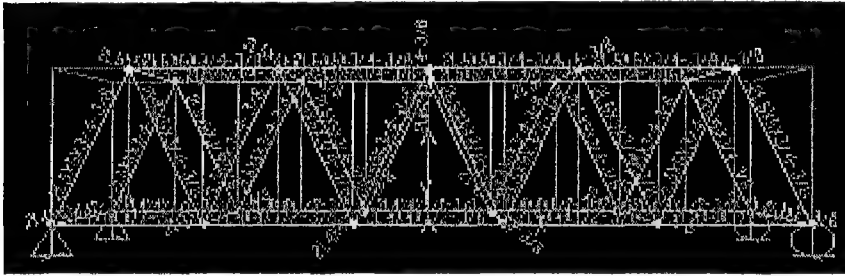
SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

- بعد اختيار العناصر يتم تخصيص القطاعات من خلال مربع الحوار Define Frame Sections من الأمر Sections المتفرع من Frame من قائمة التخصيص assign

Assign → Frame → Sections → Define Frame Sections

- يتم اختيار القطاع 2L 5X5X3/4-3/8 ثم نضغط  فيتم تخصيص هذا القطاع للعناصر العلوية والمائلة التي تم اختيارها مسبقاً.
- بتكرار نفس الخطوات يتم تخصيص القطاع 2L 4X4X1/2-3/8 للعناصر السفلية للمنشأ.
- وبمجرد تحديد جميع قطاعات العناصر للمنشأ يبدو المنشأ بالشكل التالي:



شكل (٢٥٢) قطاعات العناصر الاطارية

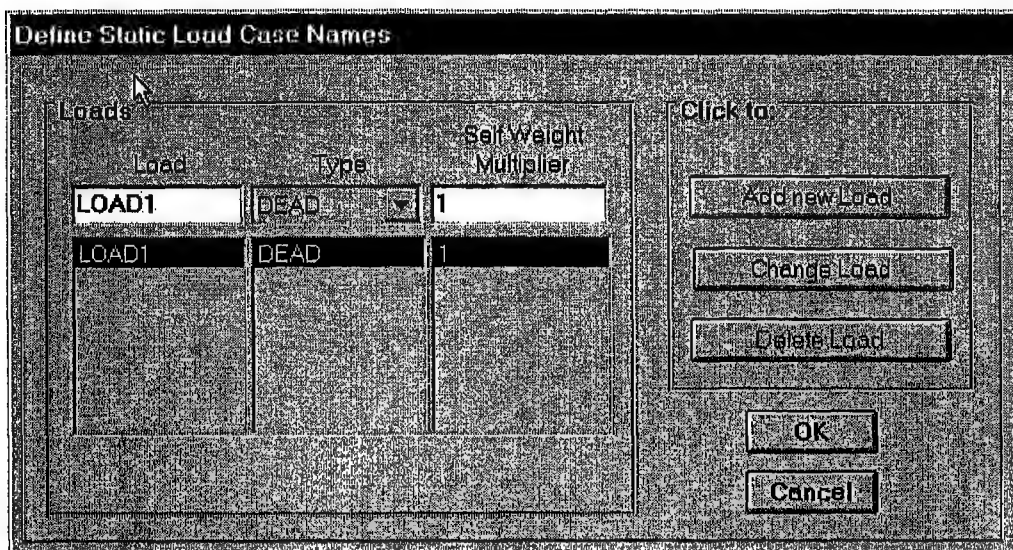
- بعد ذلك تبدأ خطوة تحديد حالات التحميل للمنشأ
يتم ذلك من خلال الأمر Static Load Cases من قائمة التخصيص Define

Define → Static Load Cases

حيث يظهر مربع حوار - شكل (٢٥٣) ويحتوي على حالة التحميل الافتراضية وهي حالة تحميل المنشأ بحمل ميت يساوي وزنه النوعي وذلك كما يلي:

Load	Load1
Type	Dead
Self Weight Multiplier	1

تذكر انه عندما يكون المعامل Self Weight Multiplier مساويا ١ في حالة التحميل LOAD1 فإن ذلك يعنى أن الوزن الذاتي للمنشأ سوف يضاف إلى هذه الحالة مضروباً في المعامل ١.



شكل (٢٥٣) لتعريف حالات التحميل

في مربع الحوار السابق يتم إدخال بيانات حالة تحميل أخرى كما يلي:

LOAD	LOAD2
Type	Live
Self Weight Multiplier	0

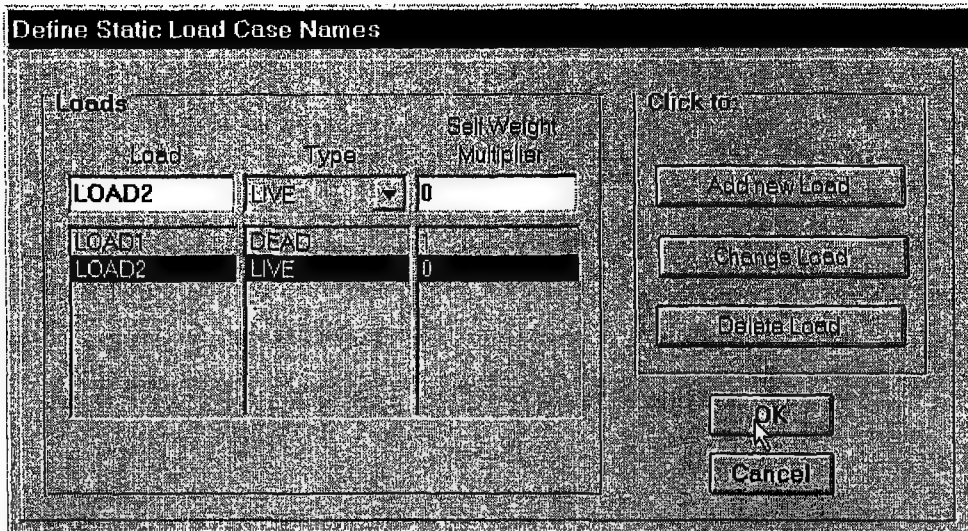
ثم تضاف لحالات التحميل بالضغط على مربع إضافة حمل جديد



فيتم إضافة الحالة الجديدة إلى حالات التحميل كما بالشكل (٢٥٤) ويتم الموافقة



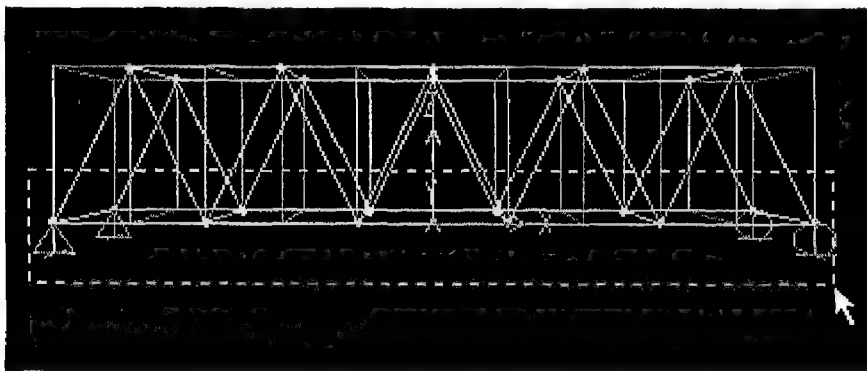
عليها بضغط



شكل (٢٥٤) حالات التحميل على المنشأ

- بعد الانتهاء من تحديد حالات التحميل يبدأ تخصيص هذه الأحمال لعناصر المنشأ - تماما مثل تخصيص القطاعات للعناصر بعد تحديدها، وذلك كما يلي:

- يتم اختيار عناصر المنشأ السفلية - شكل (٢٥٥).



شكل (٢٥٥) اختيار عناصر المنشأ السفلية

- يتم اختيار الأمر Forces من Joint Static Loads من قائمة

التخصيص Assign

Assign → Joint Static Loads → Forces

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

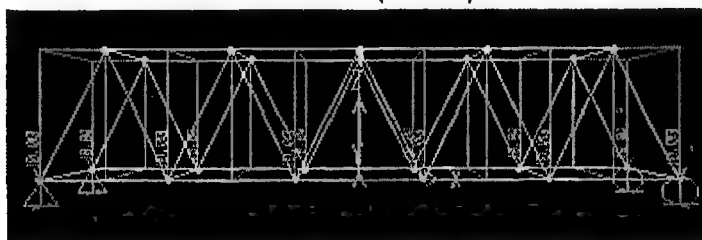
فيظهر مربع حوار لإدخال بيانات الأحمال فيتم اختيار حالة التحميل الأولى Load1 التي تمثل الأحمال الميتة (Dead Loads) وتظهر بيانات حالة التحميل كما بالشكل (٢٥٦) فيتم إدخال قيمة الحمل المركز عند النقاط المختارة مسبقا مع تحديد اتجاه القوى باختيار المحور المناسب والإشارة المناسبة.

في هذا المثال تم إدخال القيمة 10 Kip في الاتجاه السالب للمحور العام Z في حالة التحميل الأولى والمعبرة عن الأحمال الميتة، وسيتم إضافة الوزن النوعي للمنشأ إلى هذا الحمل كما سبق الحديث.

The screenshot shows the 'Joint Forces' dialog box in SAP2000. The 'Load Case Name' field contains 'LOAD1'. The 'Loads' section has input fields for Force Global X, Y, Z, and Moment Global X, Y, Z. The 'Force Global Z' field is set to -10, while the others are 0. The 'Options' section has three radio buttons: 'Add to existing loads' (selected), 'Replace existing loads', and 'Delete existing loads'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

شكل (٢٥٦) إدخال القوى في حالة التحميل الأولى

وبعد الانتهاء من حالة التحميل الأولى يظهر المنشأ وعليه قيم وأماكن واتجاهات الأحمال كما بالشكل (٢٥٧).



شكل (٢٥٧) أحمال النقاط لحالة التحميل الأولى

- لإدخال حالة التحميل الثانية على نفس النقاط نختار نفس النقاط مرة أخرى

بضغط الأيقونة  والتي تعني الاختيار السابق Previous Selection .

- وبنفس الخطوات السابقة يتم اختيار الأمر Forces من Joint Static Loads

من قائمة التخصيص Assign

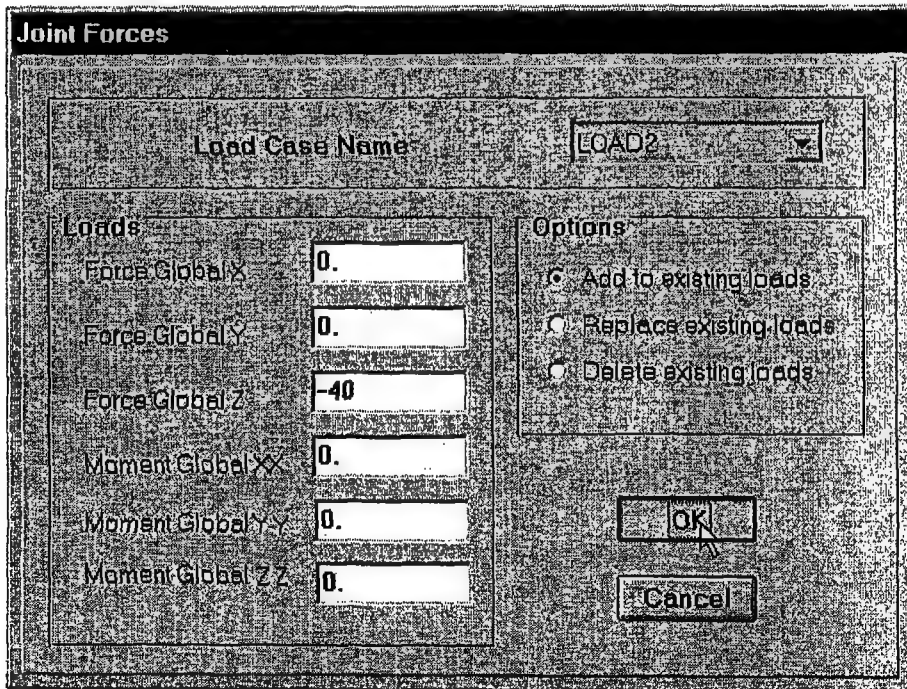
Assign → Joint Static Loads → Forces

فيظهر مربع الحوار - شكل (٢٥٨) فيتم إدخال قيمة الأحمال لحالة التحميل

الثانية عند النقاط المختارة مسبقا مع تحديد اتجاه القوى باختيار المحور المناسب والإشارة المناسبة.

في هذا المثال سيتم وضع أحمال حية بقيمة ٤٠ وحدة قوة مؤثرة في الاتجاه

السالب للمحور العام Z وذلك كما هو واضح بالشكل التالي:



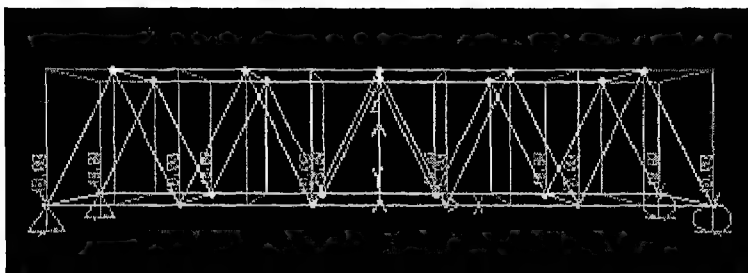
Load Case Name	
Load Case Name	LOAD2

Loads	Options
Force Global X	<input checked="" type="radio"/> Add to existing loads
Force Global Y	<input type="radio"/> Replace existing loads
Force Global Z	<input type="radio"/> Delete existing loads
Moment Global XX	
Moment Global YY	
Moment Global ZZ	

OK Cancel

شكل (٢٥٨) إدخال أحمال النقاط في الحالة الثانية

باختيار يبدو شكل المنشأ كما بالشكل (٢٥٩)



شكل (٢٥٩) أحمال النقاط لحالة التحميل الثانية.

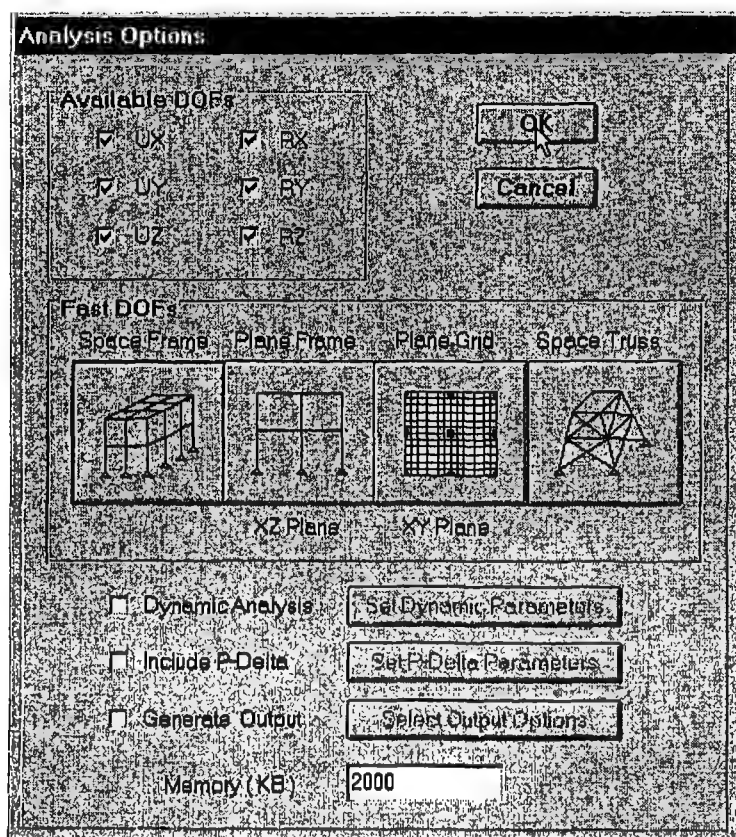
- وحتى هذه المرحلة يمكن القول بأننا قد حددنا الشكل الهندسي للمنشأ بالأبعاد المطلوبة والقطاعات المفترضة وحالات التحميل أما بالنسبة لنقاط الارتكاز ومادة العنصر فقد تم قبول افتراضات البرنامج لنقاط الارتكاز وكذلك الخواص الافتراضية لمادة الصلب Steel أثناء اختيار القطاعات، إما عند الرغبة في تغيير حالة نقاط الارتكاز فيمكن تغيير ذلك من خلال حالات القيود، أما في حالة الرغبة في استخدام مادة أخرى فيتم ذلك عند مرحلة اختيار القطاعات .

- يمكن الآن البدء في تحليل المنشأ تحليلًا إنشائيًا كاملاً بمجرد تحديد بعض الفروض الأساسية لعملية التحليل، وذلك كما يلي:

- يتم الانتقال إلى القائمة الخاصة بالتحليل Analyze وتحديد بعض المتغيرات من خلال الأمر Set Options

Analyze → Set Options

فيظهر مربع محادثة كما بالشكل (٢٦٠)



شكل (٢٦٠) اختيارات التحليل للمنشأ

- يتم من خلال هذه النافذة تحديد درجات الحرية Degrees of Freedom لنقاط المنشأ، وحيث انه من المعلوم أن لكل نقطة ٦ درجات حرية في الفراغ فإنه من المفيد من خلال هذه النافذة تقييد درجات الحرية التي من المعلوم مسبقاً أنه لن توجد أي حركة بها مما يقلل من معادلات التحليل التي يكونها البرنامج وبالتالي زمن الحل وحجم المخرجات.

- بعد ضغط **OK** في نافذة Analysis Options يمكن بدأ

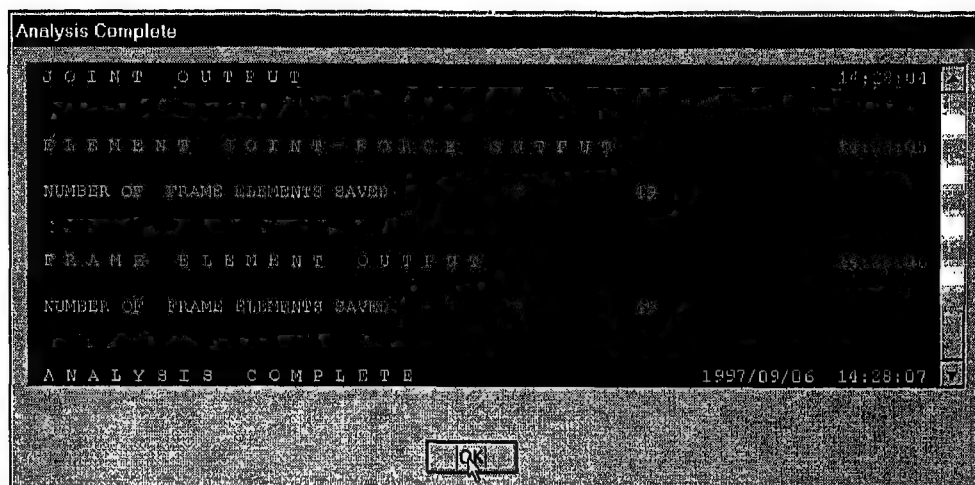
التحليل باستخدام الأمر Run من قائمة التحليل Analyze.

Analyze → Run

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

- يبدأ البرنامج تحليل المنشأ مع عرض خطوات التحليل على الشاشة حتى نهاية التحليل - شكل (٢٦١) .




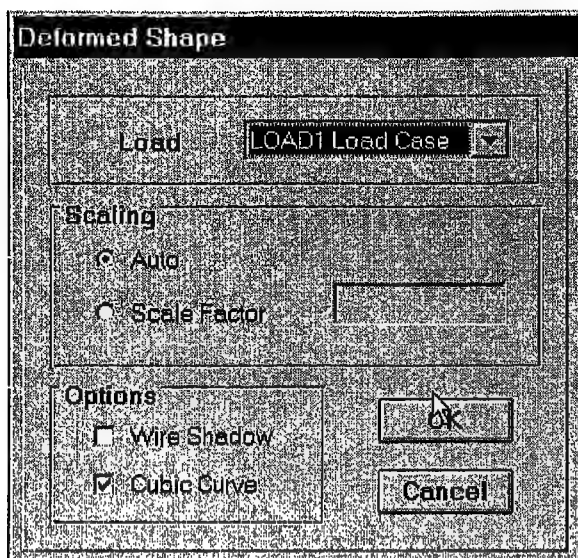
شكل (٢٦١) انتهاء عملية الحسابات

○ استعراض المنشأ بعد التحليل:

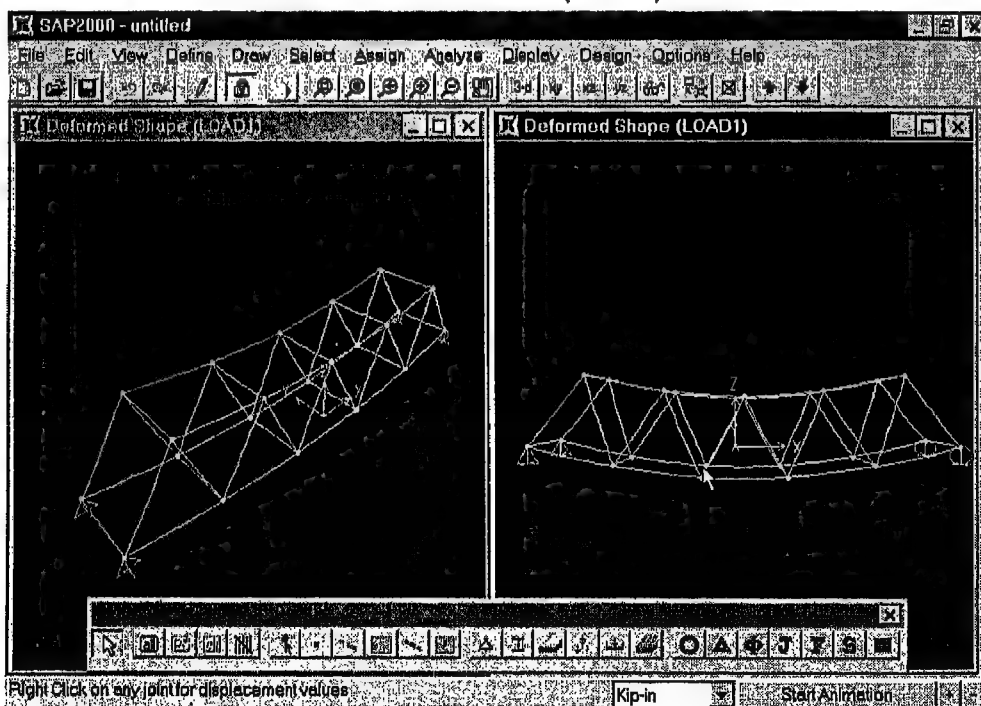
بعد الانتهاء من عملية التحليل الإنشائي يمكن استعراض التشكلات Deformations الحادثة للمنشأ تحت تأثير حالات التحميل المختلفة، وذلك من خلال الأمر Show Deformed Shape من قائمة العرض Display
Display → Show Deformed Shape

حيث يظهر مربع حوار لاختيار حالة التحميل التي يتم عرض التشكلات

الناجمة عنها - شكل (٢٦٢) فنختار حالة التحميل الأولى LOAD1 ثم 



شكل (٢٦٢) عرض تشكلات العناصر



شكل (٢٦٣) شكل الترخيم للمنشأ تحت تأثير حالة التحميل الأولى

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

ولعرض بيانات تشكلات أي نقطة يتم النقر عليها بزر الماوس الأيمن فيتم عرض البيانات الخاصة بها من خلال مربع بيانات - شكل (٢٦٤) .

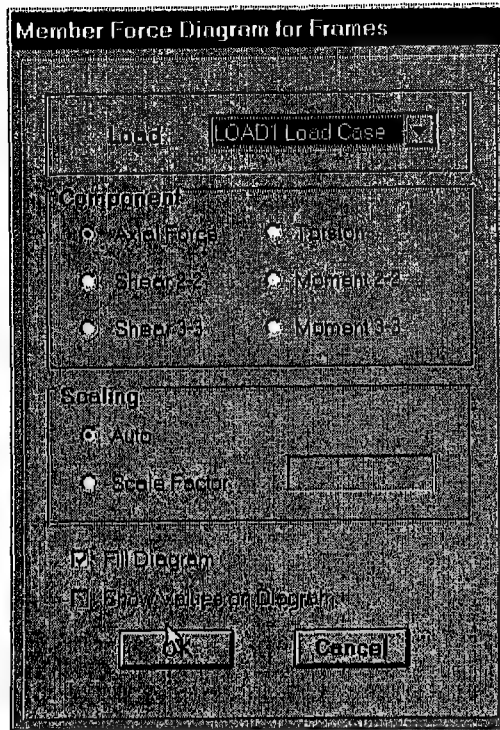
Joint Displacements			
Joint ID	X	Y	Z
Trans	0.02936	1.253E-05	-0.13353
Rot	-8.230E-06	1.511E-04	0.00000

شكل (٢٦٤) قيم التشكلات للنقطة رقم ٣

○ استعراض ردود الأفعال الداخلية والإجهادات :

لاستعراض ردود الأفعال الداخلية بنافذة العرض اليسرى يتم الانتقال إليها وتغيير زاوية الرؤية إلى المستوى X-Z , Y=120 وذلك لاستعراض عناصر الجانب الخلفي من المنشأ، ثم يتم إختيار العناصر Frames من أمر استعراض ردود الأفعال والإجهادات للعناصر Show Element Forces/Stresses من قائمة العرض Display فيظهر مربع حوار - شكل (٢٦٥)

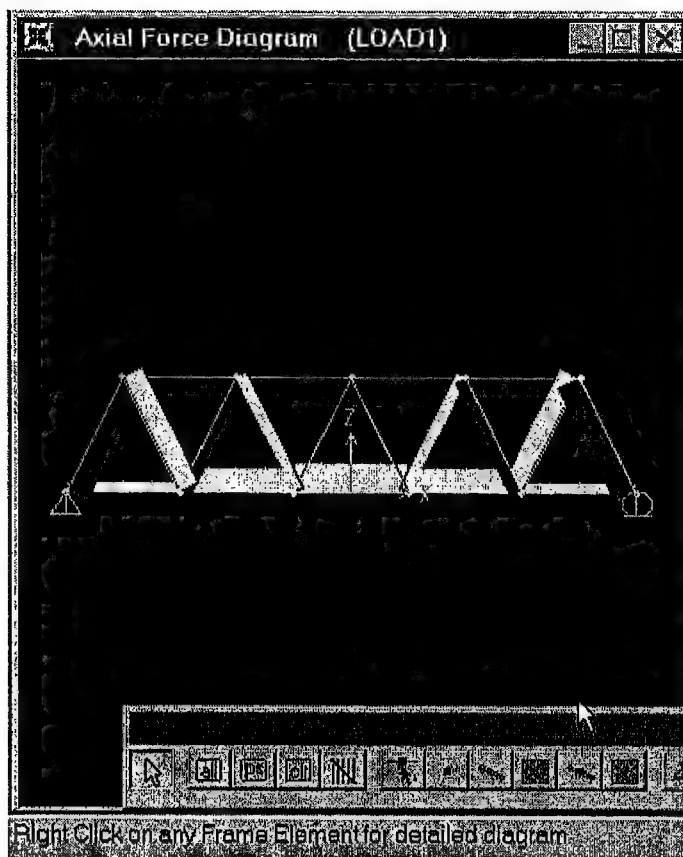
Display → Show Element Forces / Stresses → Frames



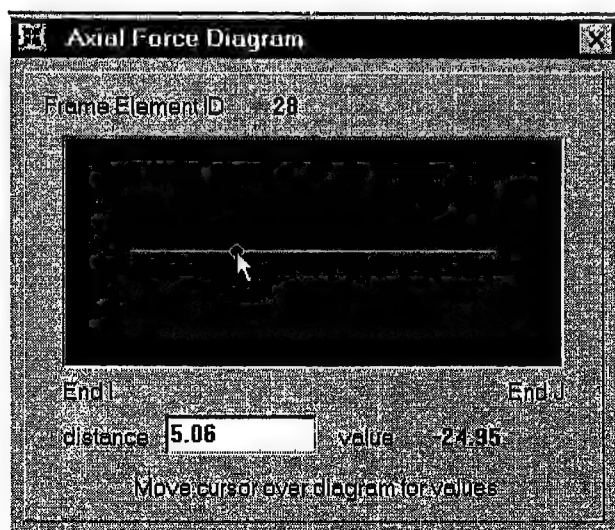
شكل (٢٦٥) عرض القوى الداخلية

ومن خلال مربع الحوار تم تحديد حالة التحميل الأولى واختيار القوى المحورية والموافقة **OK** فيظهر شكل المنشأ كما يلي: شكل (٢٦٦).

- يمكن استعراض بيانات مفصلة عن كل عنصر بمجرد النقر عليه بالزر الأيمن للماوس، حيث يتم استعراض العنصر الواحد كما بالشكل (٢٦٧)

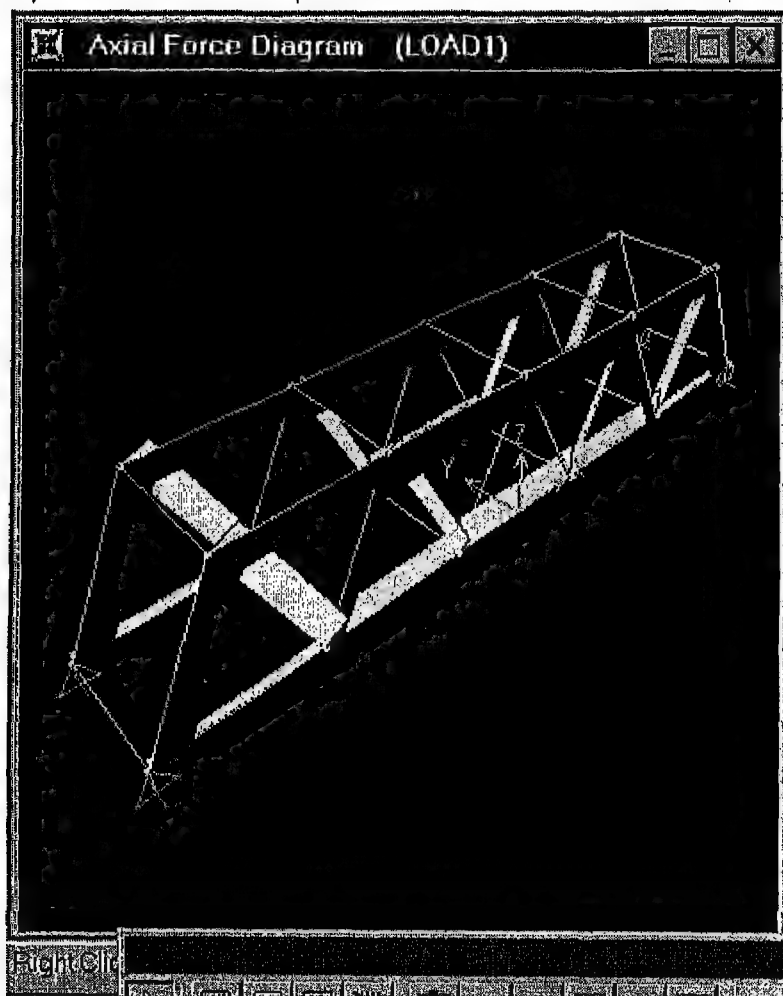


شكل (٢٦٦) القوى المحورية للعناصر



شكل (٢٦٧)
القوى المحورية
بالعنصر رقم ٢٨

- يمكن استعراض نفس نوع القوى الداخلية لنفس حالة التحميل لجميع عناصر المنشأ بمجرد تغيير مستوى الرؤية إلى المستوى الفراغي 3D من قائمة العرض View بالأمر Set 3D View ثم اختيار 3D - شكل (٢٦٨).



شكل (٢٦٨) القوى المحورية للعناصر

بعد الانتهاء من عملية التحليل الإنشائي يمكن بدأ مرحلة التصميم للمنشأ، وذلك كما يلي:

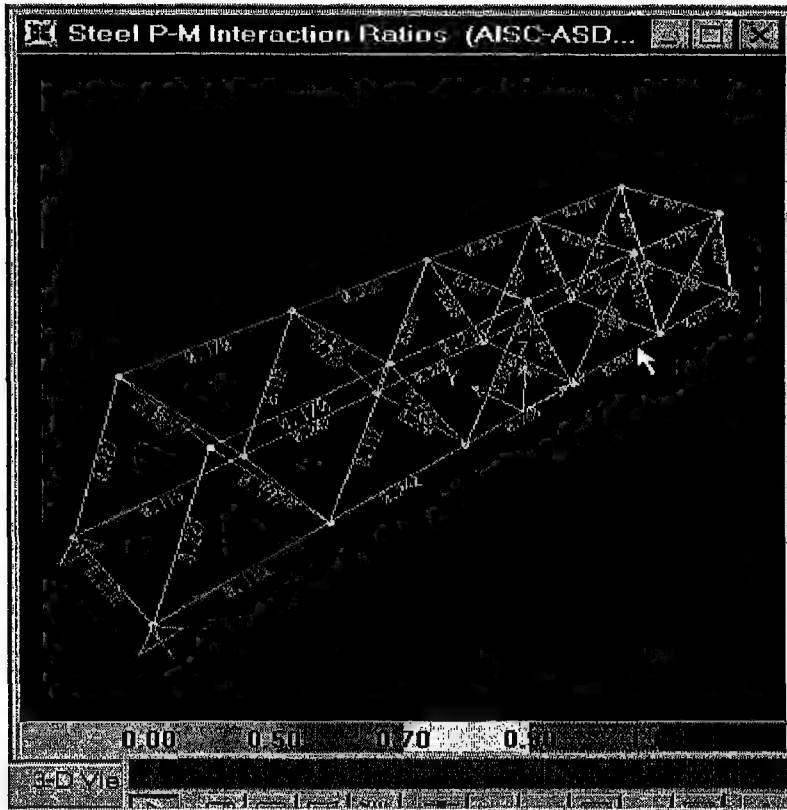
○ التصميم الإنشائي:

يتم بدأ أعمال التصميم الإنشائي بتنفيذ أمر مراجعة المنشأ

Check of Structure المتفرع من الأمر Start Design من قائمة التصميم

Design → Start Design/Check of Structure

يقوم البرنامج بتصميم المنشأ وعرض شكل المنشأ التالي: شكل (٢٦٩)



شكل (٢٦٩) P - M Interaction Ratios

وهذا الشكل يعرض عناصر المنشأ محددا عليها نسبة الإجهادات الفعلية إلى الإجهادات التي يتحملها قطاع المنشأ بأمان طبقا لكود التصميم المستخدم، والقطاعات تعتبر آمنة مادامت هذه النسبة أقل من الواحد الصحيح.

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

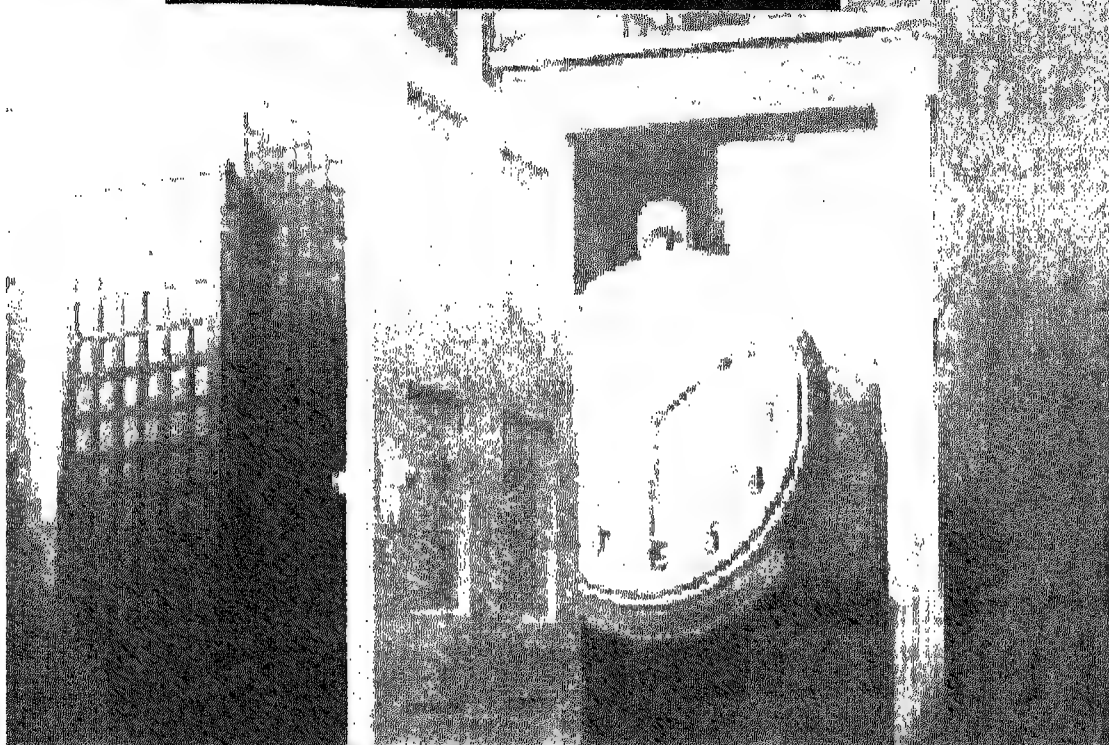
لعرض بيانات تفصيلية عن أي عنصر يتم النقر عليه بزر الماوس الأيمن
فيتم عرض مربع البيانات كما بالشكل (٢٧٠):

Steel Stress Check Information

Element	Area	Stress	Strain	Modulus	Yield	Ultimate
DETL1	36.00	0.212(T)	= 0.195 + 0.017 + 0.000	0.001	0.000	0.000
DSTL1	72.00	0.222(T)	= 0.195 + 0.028 + 0.000	0.000	0.000	0.000
DETL1	108.00	0.201(T)	= 0.195 + 0.006 + 0.000	0.002	0.000	0.000
DSTL1	144.00	0.242(T)	= 0.195 + 0.048 + 0.000	0.003	0.000	0.000
DSTL2	0.00	0.221(T)	= 0.195 + 0.026 + 0.000	0.002	0.000	0.000
DSTL2	36.00	0.212(T)	= 0.195 + 0.017 + 0.000	0.001	0.000	0.000
DSTL2	72.00	0.222(T)	= 0.195 + 0.028 + 0.000	0.000	0.000	0.000
DSTL2	108.00	0.201(T)	= 0.195 + 0.006 + 0.000	0.002	0.000	0.000
DSTL2	144.00	0.242(T)	= 0.195 + 0.048 + 0.000	0.003	0.000	0.000

شكل (٢٧٠) بيانات تصميمية

المثال الرابع



Beam

EXAMPLE 4:

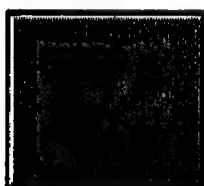
R.C. Beam

من خلال هذا المثال سيتم استعراض إمكانيات البرنامج في إدخال وتعديل النقاط، حيث سيتم إدخال مجموعة نقاط لتمثيل موديل عنصر إطاري على شكل منحنى جيب الزاوية Sin Curve.

< أولاً: إدخال منشأ جديد

• من قائمة File يتم اختيار الأمر

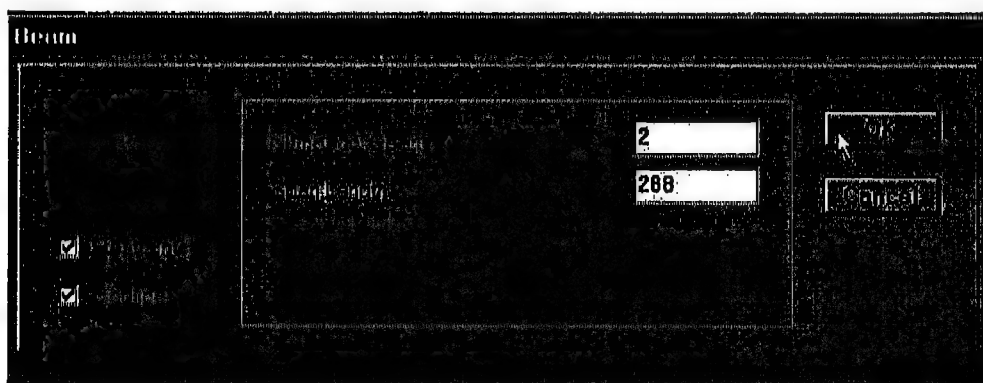
File→New Model from Templates



- من مربع الحوار الخاص بالقوالب الجاهزة نختار المنشأ Beam، فيظهر مربع الحوار كما بالشكل (٢٧١) ويتم إدخال بيانات المنشأ التالية:

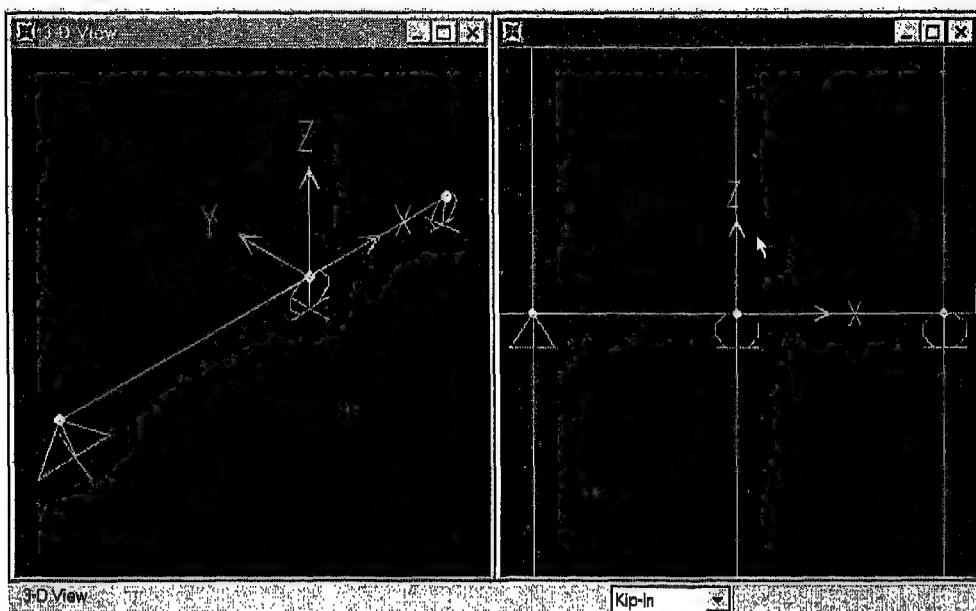
- عدد باكيات المنشأ Number of Spans = 2

- طول الباكية Span Length = 288



شكل (٢٧١) بيانات المنشأ (Beam)

بعد إدخال البيانات وضغط OK يظهر المنشأ كما بالشكل (٢٧٢)



شكل (٢٧٢) - شكل المنشأ بعد إدخال البيانات

ملاحظات:

- الوحدات المستخدمة
- يقوم البرنامج بتعريف ركائز افتراضية للمنشأ حتى يتم تغييرها .

◀ ثانيا: إدخال بيانات النقاط من خلال برنامج Excel:

يمكن إعداد قاعدة بيانات لأرقام وإحداثيات النقاط من خلال برنامج إكسل EXCEL المعروف ومن ثم تعريفها للبرنامج - شكل (٢٧٣) وهذا يسهل إعداد معادلة جيب الزاوية المطلوبة لحساب الإحداثي Z للنقاط بسهولة.

SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

Type	Name	X	Y	Z
POINT	1	0	0	0
POINT	2	10	0	17.36481777
POINT	3	20	0	34.20201433
POINT	4	30	0	50
POINT	5	40	0	64.27876097
POINT	6	50	0	76.60444437
POINT	7	60	0	86.60254038
POINT	8	70	0	93.96926208
POINT	9	80	0	98.48077533
POINT	10	90	0	100
POINT	11	100	0	98.48077533
POINT	12	110	0	93.96926208
POINT	13	120	0	86.60254038
POINT	14	130	0	76.60444437
POINT	15	140	0	64.27876097
POINT	16	150	0	50
POINT	17	160	0	34.20201433
POINT	18	170	0	17.36481777
POINT	19	180	0	1.22515E-14
POINT	20	190	0	-17.36481777
POINT	21	200	0	-34.20201433
POINT	22	210	0	-50
POINT	23	220	0	-64.27876097
POINT	24	230	0	-76.60444437
POINT	25	240	0	-86.60254038
POINT	26	250	0	-93.96926208
POINT	27	260	0	-98.48077533
POINT	28	270	0	-100
POINT	29	280	0	-98.48077533
POINT	30	290	0	-93.96926208
POINT	31	300	0	-86.60254038
POINT	32	310	0	-76.60444437
POINT	33	320	0	-64.27876097
POINT	34	330	0	-50
POINT	35	340	0	-34.20201433
POINT	36	350	0	-17.36481777
POINT	37	360	0	-2.4503E-14

شكل (٢٧٣) - ملف قاعدة البيانات المعد ببرنامج إكسل

ويتم تكوين ملف البيانات للنقاط بالترتيب التالي:

العمود الأول يحتوي نوع المدخلات (Type).
العمود الثاني يحتوي اسم (رقم) النقطة (Name).


SAP2000

برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

العمود الثالث	يحتوي الإحداثي X للنقطة.
العمود الرابع	يحتوي الإحداثي Y للنقطة.
العمود الخامس	يحتوي الإحداثي Z للنقطة.

يلاحظ أن العمود الرابع يحتوي قيم Z والمحسوبة عن طريق معادلة تم إدخالها لبرنامج إكسل هي:

$$= \text{SIN}(\text{PI}() * \text{C3} / 180) * 100$$

وبعد تكوين قاعدة البيانات المطلوبة يتم من خلال برنامج إكسل اختيار نسخ خلايا الجدول بأمر Copy من قائمة Edit ثم العودة لبرنامج ساب ٢٠٠٠. من داخل برنامج ساب ٢٠٠٠ يتم اختيار كل عناصر الموديل الجاري إعداده وذلك بالضغط على  أو تنفيذ الأمر All من قائمة Select ثم تنفيذ الأمر Paste من قائمة Edit. يظهر مربع حوار كما بالشكل (٢٧٥) لإدخال قيم ترحيل للنقاط عن نقطة الأصل للمحاور العامة في اتجاهاتها الثلاثة - عند الرغبة في ذلك - أما إذا كانت الإحداثيات المعدة ببرنامج إكسل تتماشى مع نقطة الأصل للمحاور العامة للموديل الحالي فلا حاجة لعمل أية ترحيلات.

Microsoft Excel - Sheet1

100%

Formula Bar: $=\sin(\pi/180)*C3/180*100$

Type	Name	X	Y	Z
POINT	1	0	0	0
POINT	2	10	0	17.36482
POINT	3	20	0	34.20201
POINT	4	30	0	50
POINT	5	40	0	64.27878
POINT	6	50	0	76.60444
POINT	7	60	0	86.60254
POINT	8	70	0	93.96926
POINT	9	80	0	98.48078
POINT	10	90	0	100
POINT	11	100	0	98.48078
POINT	12	110	0	93.96926
POINT	13	120	0	86.60254
POINT	14	130	0	76.60444
POINT	15	140	0	64.27878
POINT	16	150	0	50

Sheet1

شكل (٢٧٤) جدول إحداثيات النقاط أثناء إعدادة ببرنامج إكسل

Paste Coordinates

Change coordinates for:

0:

0:

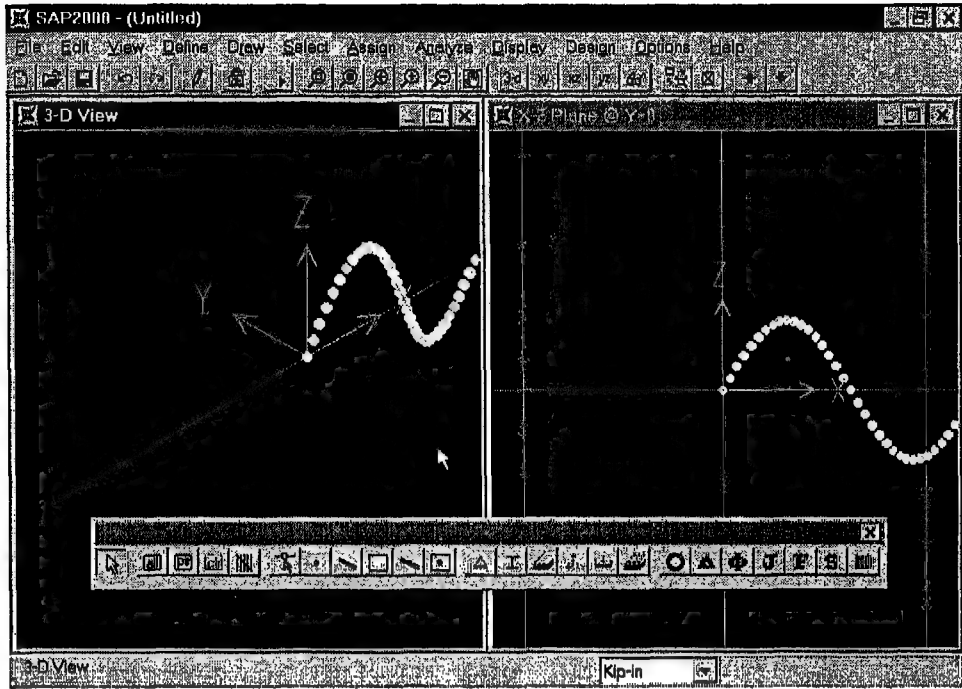
0:

شكل (٢٧٥) مربع حوار لإدخال قيم الترحيل - عند الحاجة لذلك.


SAP2000

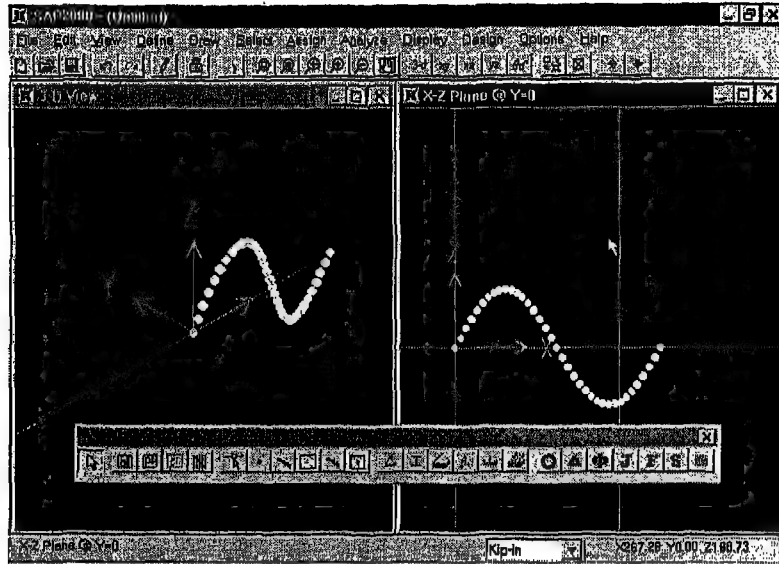
برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠

بعد إتمام عملية نقل النقاط إلى برنامج ساب ٢٠٠٠ يبدو شكل الموديل على الشاشة كما يلي - شكل (٢٧٦) حيث تظهر النقاط الجديدة محل النقاط القديمة.





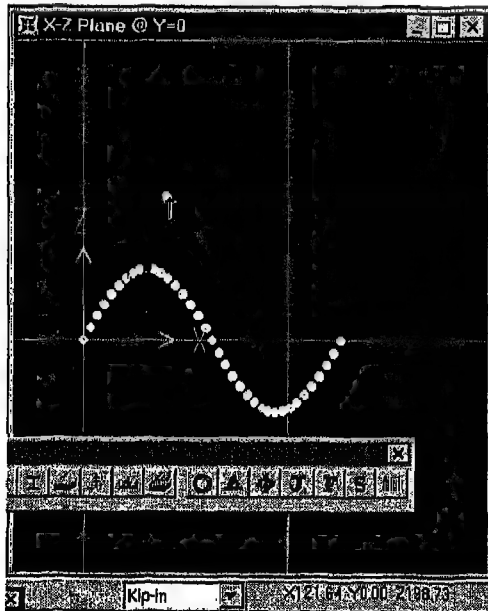
شكل (٢٧٦) العناصر بعد إدخالها من Excel

لتحسين رؤية النقاط على الشاشة يمكن استخدام الأمر Pan وذلك بضغط الأيقونة  ثم السحب بالماوس لوضع الرؤية المناسب - شكل (٢٧٧).




شكل (٢٧٧) عناصر المنشأ بعد نقله بأمر Pan

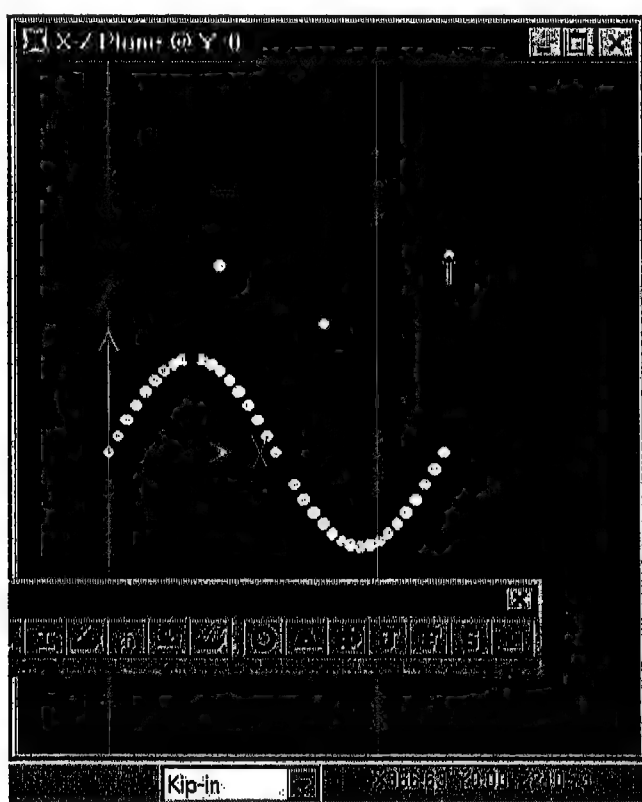
عند الرغبة في تحريك نقطة من مكانها يتم ذلك باستخدام الماوس حيث يتم الضغط على الأيقونة  حيث يتحول مؤشر الماوس إلى الشكل  ويتم نقر النقطة المراد نقلها وسحبها إلى المكان الجديد - شكل (٢٧٨).



شكل (٢٧٨)

نقل نقطة إلى موضع آخر

عند الرغبة في إدخال (إضافة) نقطة جديدة يتم ذلك باستخدام الماوس نضغط الأيقونة  من شريط الأدوات الطافي حيث يتغير شكل مؤشر الماوس كالمعتاد ويتم النقر بزر الماوس الأيسر في المكان المطلوب إضافة النقطة به ويلاحظ ظهور إحداثيات للنقطة الجديدة أسفل الشاشة تتغير بتغير موضع الماوس - شكل (٢٧٩) .



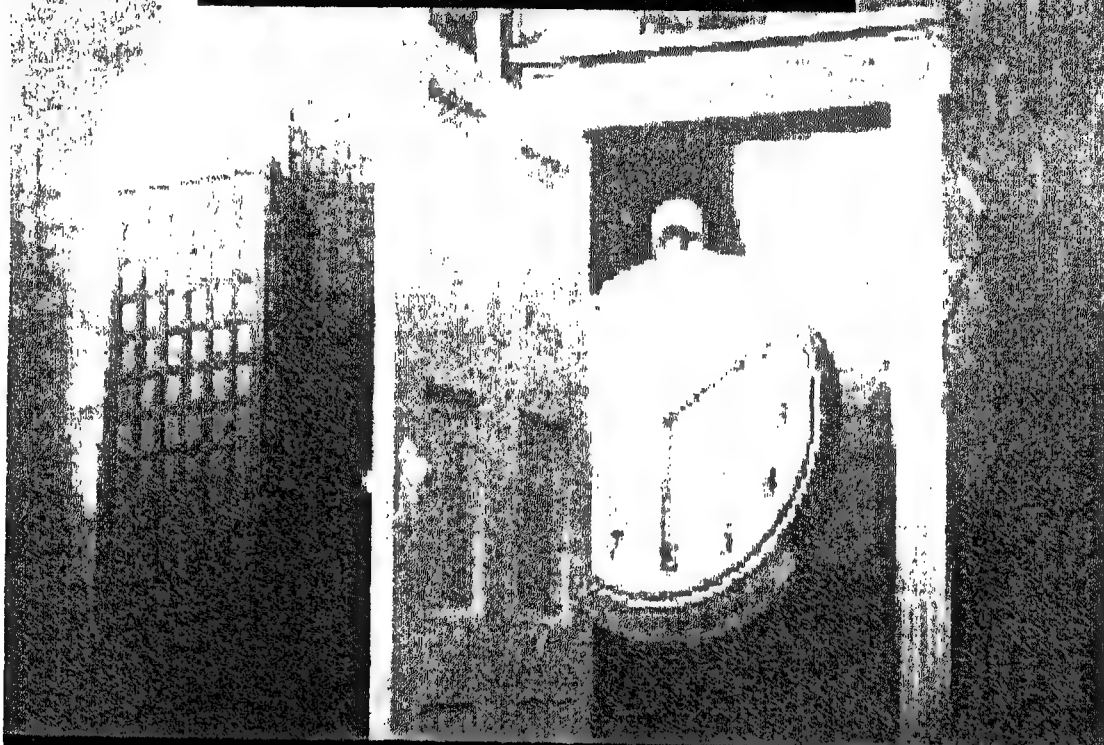
شكل (٢٧٩) إضافة نقطة جديدة

لتعديل إحداثيات النقطة الجديدة بعد ذلك يمكن النقر عليها بزر الماوس الأيمن فيظهر مربع حوار - شكل (٢٨٠) تظهر به إحداثيات النقطة تماماً كما تظهر أسفل الشاشة ويتم إدخال القيم الجديدة المطلوبة - شكل (٢٨١) .

شكل (٢٨٠) تغيير بيانات نقطة

شكل (٢٨١) الإحداثيات الجديدة للنقطة

المثال الخامس



Shell

EXAMPLE 5:

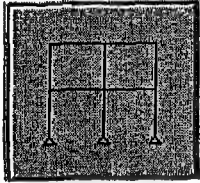
SHELL STRUCTURE

في هذا المثال يتم استعراض بعض إمكانيات البرنامج في توليد عناصر قشرية والتعامل معها رغم البداية باستخدام عناصر اطارية .

◀ اختيار موديل جديد لتمثيل المنشأ:

- من قائمة File يتم اختيار منشأ جديد

File → New Model from Template



- يتم اختيار Multi Stories Frame

- يلي ذلك إدخال بيانات المنشأ من خلال مربع الحوار الذي يظهر على

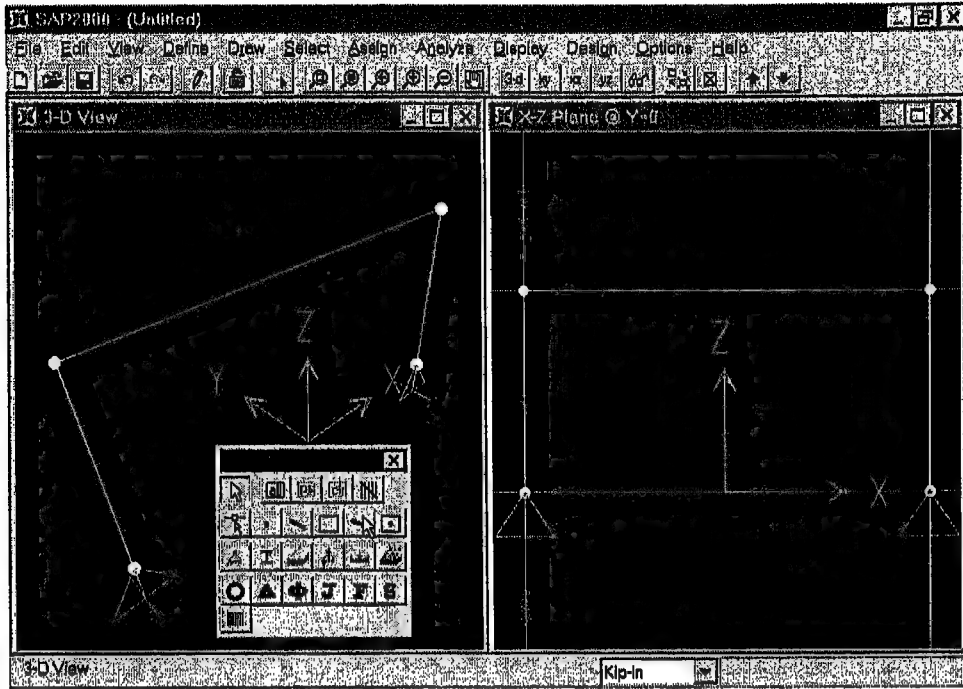
الشاشة شكل (٢٨٢):

Portal Frame

	Number of Stories	1	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>
	Number of Bays	1	
	Story Height	144	
	Bay Width	288	
<input checked="" type="checkbox"/> Restraints <input checked="" type="checkbox"/> Endlines			

شكل (٢٨٢) بيانات المنشأ

- يلي ذلك ظهور المنشأ كما بالشكل التالي:



شكل (٢٨٣) المنشأ

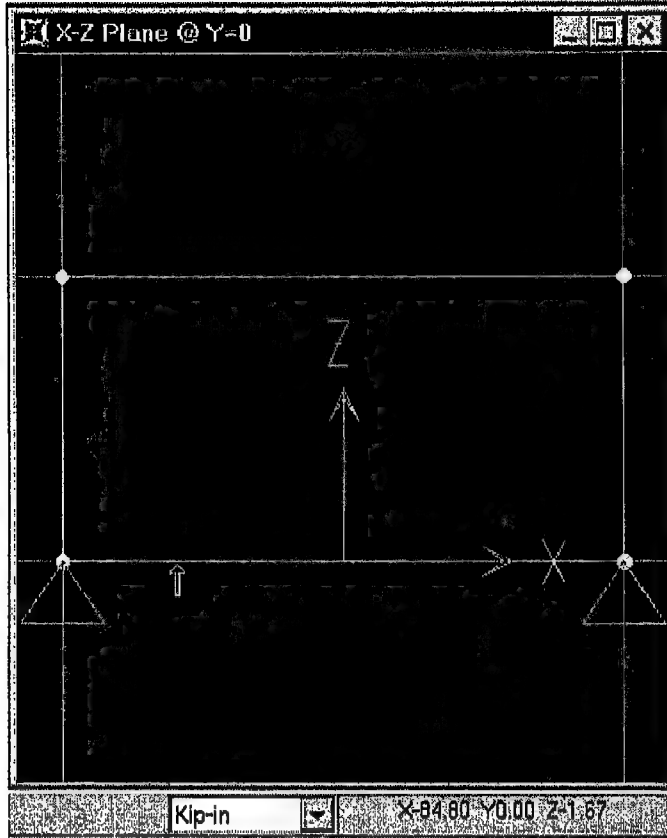
□ يتم إضافة عنصر رابع للمنشأ باستخدام الماوس كما يلي:



- نضغط الأيقونة

- يظهر مؤشر الماوس بالشكل ↑ فيتم النقر Click على خط الشبكة

المطلوب رسم العنصر عليه فيتم إضافة العنصر كما بالشكل (٢٨٤)

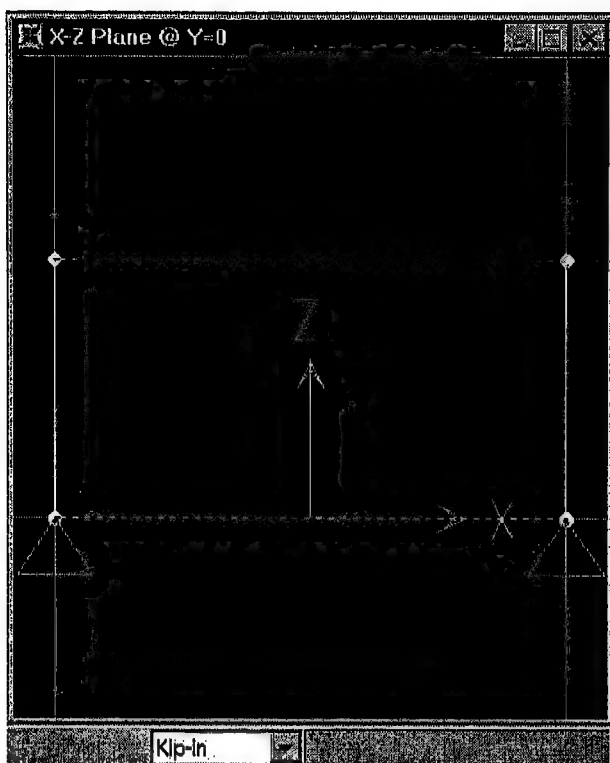


شكل (٢٨٤)

◀ تقسيم عناصر المنشأ :

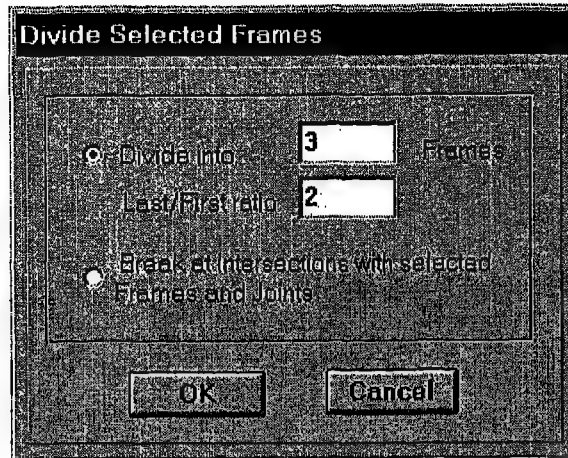
يتم فيما يلي تقسيم عناصر الموديل الرئيسية إلى عدة عناصر أخرى وذلك كما يلي:

- اختيار العنصرين العلوي والسفلي كما بالشكل (٢٨٥) .



شكل (٢٨٥) اختيار العنصرين السفلي والعلوي

- من خلال قائمة Edit يتم اختيار أمر التقسيم:
Edit → Divide Frames
- يظهر مربع حوار لإدخال بيانات التقسيم كما بالشكل (٢٨٦).



شكل (٢٨٦) بيانات تقسيم العناصر

- حيث :

Divide into يمثل عدد الأجزاء المطلوب تقسيم العنصر إليها.

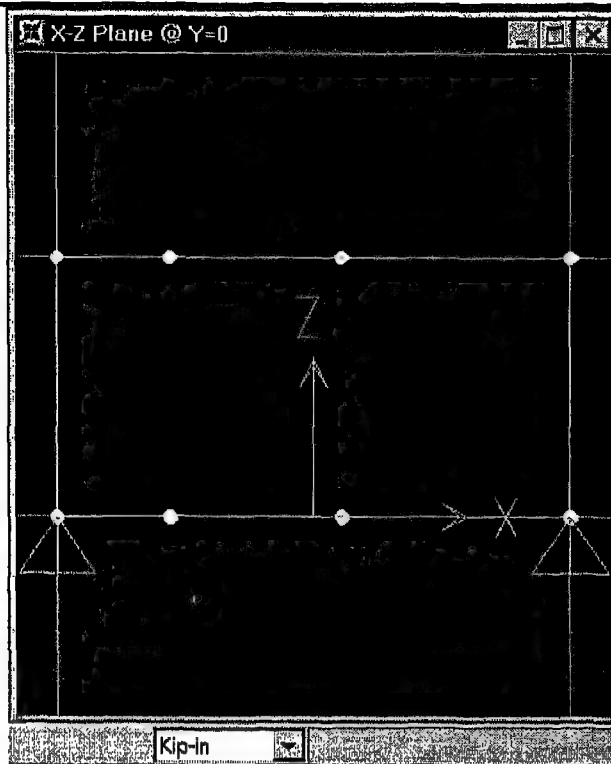
Last / First ratio تمثل النسبة بين طول آخر عنصر وأول عنصر.

وبعد ذلك يبدو شكل المنشأ بعد التقسيم بالشكل (٢٨٧)

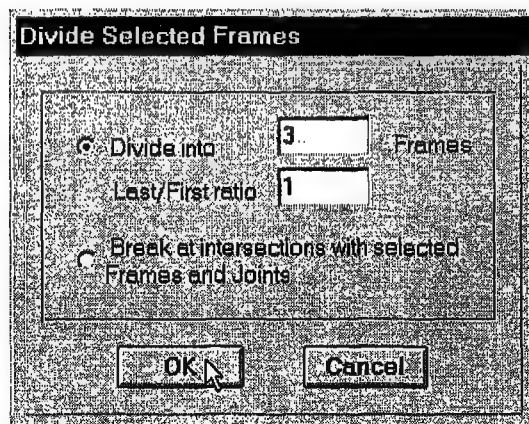
- يتم اختيار العنصرين الأيمن والأيسر وبنفس الطريقة يتم تحديد بيانات التقسيم (شكل ٢٨٨) وبعد ذلك يبدو شكل الموديل المعدل كما بالشكل (٢٨٩)

SAP2000

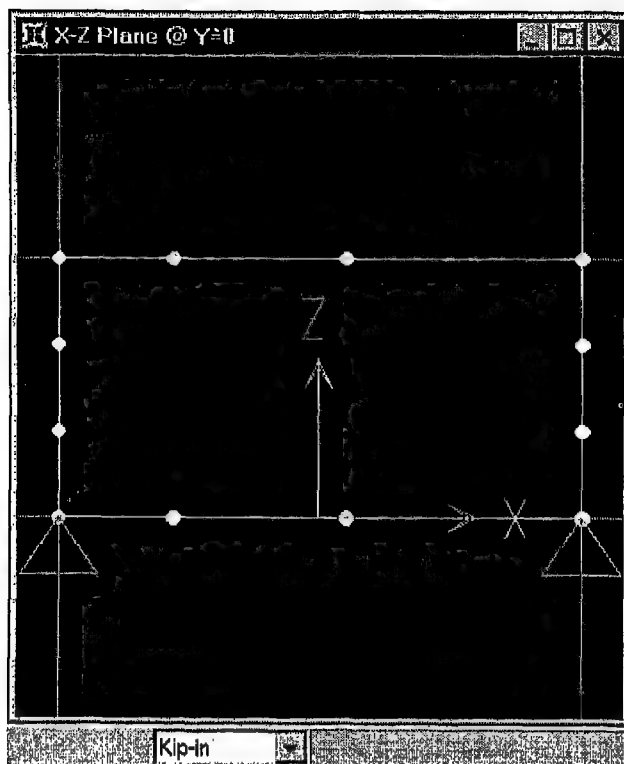
برنامج التحليل الإنشائي ساب ٢٠٠٠



شكل (٢٨٧)




شكل (٢٨٨)



شكل (٢٨٩)

- تم الآن رسم الموديل المكون من العناصر الإطارية، يلي ذلك إضافة عناصر قشرية.

♦ يتم فيما يلي إضافة عناصر قشرية للموديل كما يلي:

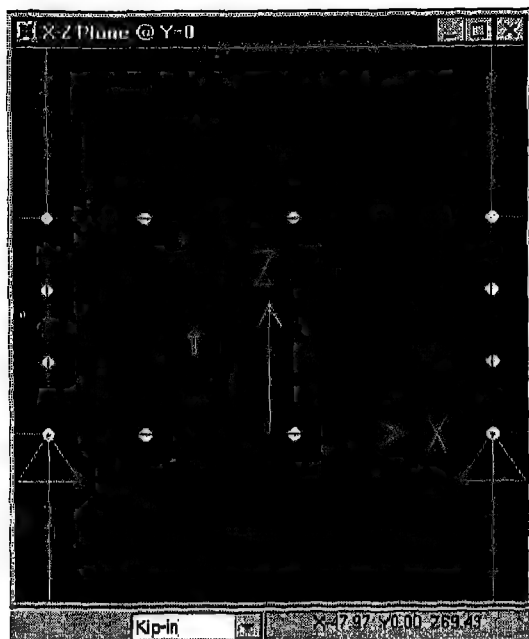
- يتم رسم عناصر قشرية عن طريق الأيقونة والتي  تستخدم لرسم

العناصر القشرية بسرعة (Quick Draw Shell)

- يتحول شكل مؤشر الماوس إلى  فيتم وضع المؤشر في المساحة المطلوب

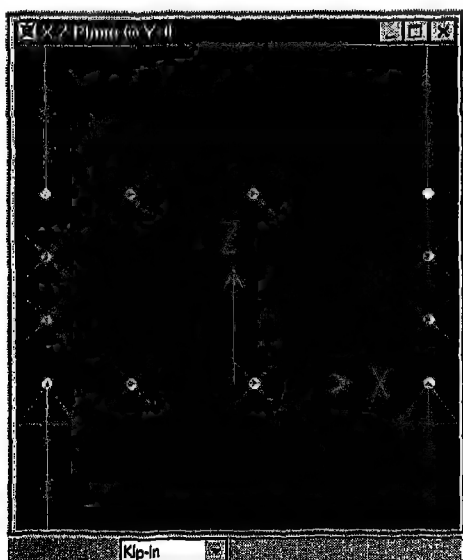
عمل عنصر قشري بها ثم يتم النقر بزر الماوس الأيسر فتتحول تلك المساحة إلى

عنصر قشري كما بالشكل (٢٩٠) ويميز العنصر القشري باللون الأحمر.



شكل (٢٩٠)

- يتم تقسيم العنصر القشري إلى مجموعة من العناصر القشرية، وذلك باختيار العنصر القشري المطلوب تقسيمه بالضغط بالماوس داخله ثم يتم اختيار النقاط المطلوب التقسيم بينها كما بالشكل (٢٩١) .

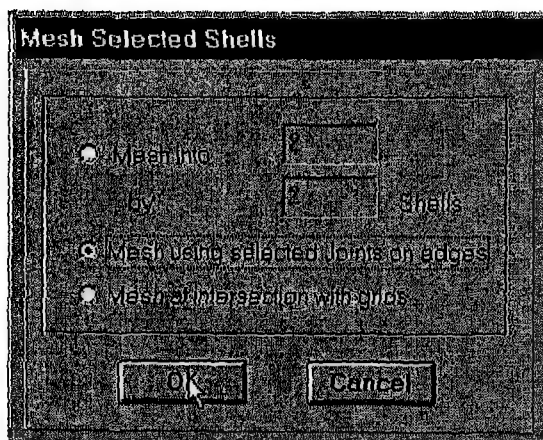


شكل (٢٩١)

- يتم بعد ذلك ومن خلال قائمة Edit اختيار الأمر:

Edit → Mesh Shells

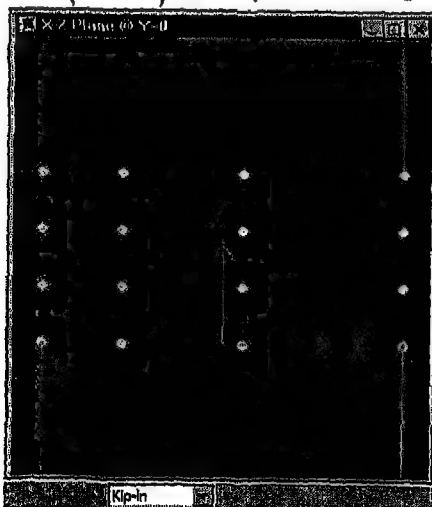
فيظهر مربع حوار كما بالشكل (٢٩٢).




شكل (٢٩٢)



يتم اختيار ☒ Mesh using selected joints or edges لكي يتم عمل الشبكة بين نقاط مختارة، أو يكتفى بتحديد عدد العناصر المطلوب التقسيم إليها في كل اتجاه من خلال الاختيار ☐ Mesh into.

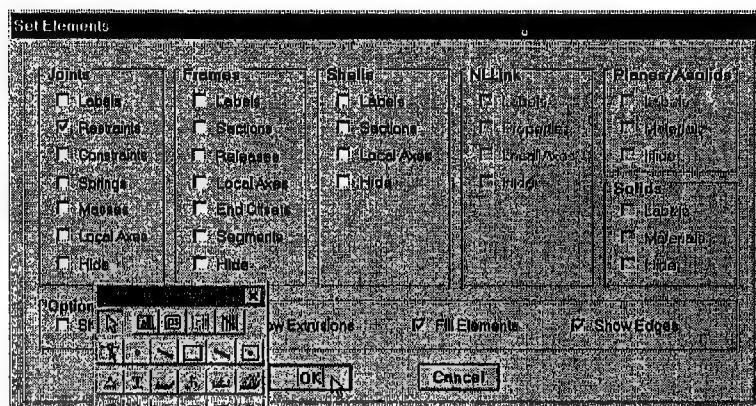
بعد اختيار ☐ Mesh into يبدو شكل المنشأ كما بالشكل (٢٩٣) كما يلي:



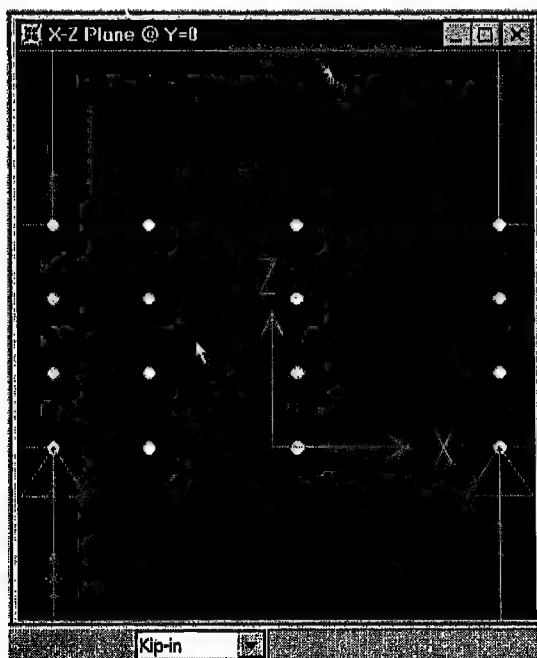
شكل (٢٩٣)

- يمكن إظهار العناصر القشرية مصمتة بالضغط على الأيقونة  (Set Element)

حيث يظهر مربع الحوار كما بالشكل (٢٩٤) فنختار  ثم نضغط  حيث يبدو المنشأ كما بالشكل (٢٩٥)



شكل (٢٩٤)



شكل (٢٩٥)

الفهرس



الفهرس

٥	توضيح
---	-------------

الفصل الأول: نظرة عامة

٩	المقدمة
١٣	طريقة العناصر المحدودة

الفصل الثاني: أساسيات التحليل الإنشائي

٢١	مقدمة
٢٢	الإحداثيات
٢٣	المحاور العامة Global Coordinates
٢٤	المحاور المحلية Local Coordinates
٢٥	درجات الحرية ودرجات القيود
٢٦	التحميل على يابسات Springs
٢٧	تطابق الإزاحات Constraints
٢٨	الأجزاء الإطارية Frame Elements
٤٦	الأجزاء القشرية Shell Elements
٥٣	العناصر الخاصة Asolid & Plane Element
٥٦	عناصر تمثيل الكتل المصمتة Solid Elements
٧٥	تحديد الأحمال المؤثرة على المنشآت
٥٩	تأثير الإزاحات بسبب الأحمال P-DELTA Analysis

الفصل الثالث: مهارات التعامل مع SAP 2000

٦٥	واجهة التطبيق البيانية
٦٨	New Model

٧٢	..... Import إدخال ملفات سابقة التجهيز
٧٤	..... Export إخراج الملفات في صور مختلفة
٧٥	..... Print الطباعة
٧٨	..... Replicate عمل المصفوفات للأشكال
٨١	..... Divide Frames
٨١	..... Mesh Shells
٨٤	..... View Menu قائمة العرض
٩٠	..... Materials تعريف خواص المواد
٩٢	..... Frame Sections تعريف قطاعات العناصر الإطارية
٩٧	..... Shell Sections تعريف قطاعات العناصر القشرية
٩٨	..... Static Load Cases تعريف حالات التحميل الإستاتيكية
١٠٠	..... Reshape Elements
١٠١	..... Add Special Joint
١٠٢	..... Draw Frame Element
١٠٤	..... Draw Shell Element
١٠٦	..... Edit Grids
١٠٨	..... Select Menu قائمة الاختيارات
١١٢	..... تخصيص خواص النقاط
١١٦	..... تخصيص خواص العناصر الإطارية
١٢٣	..... تخصيص خواص العناصر القشرية
١٢٤	..... Assign Joint Static Loads تخصيص الأحمال المؤثرة على النقاط
١٢٦	..... تخصيص الأحمال الإستاتيكية المؤثرة على العناصر الإطارية
١٣٠	..... تخصيص الأحمال الإستاتيكية المؤثرة على العناصر القشرية
١٣٢	..... Analyze Menu قائمة التحليل الإنشائي
١٣٥	..... Display Menu قائمة العرض
١٤١	..... Design Menu قائمة التصميم

١٤٣	.....	.Display Design Info.
١٤٦	.....	.Update Analysis Sections
١٤٨	.....	Redefine Element Design Data
١٤٩	.....	Options Menu قائمة الخيارات
١٥٣	.....	Help Menu قائمة المساعدة
١٥٥	.....	.Main Toolbar شريط الأدوات الرئيسي
١٥٧	.....	Floating Toolbar شريط الأدوات الطافي

..... الفصل الرابع: الأمثلة.....

١٦٣	.....	.Example 1 2D Multi Story Frame
٢٣٣	.....	.Example 2 2D Truss
٢٥٧	.....	.Example 3 3D Truss
٢٩٣	.....	.Example 4 Beam
٣٠٥	.....	.Example 5 Shell
٣١٧	.....	الفهرس

رقم الإيداع: ٩٩/١١٨٨١
الترقيم الدولي: 977-307-053-0

سپ ۲۰۰۰ SAP 2000

هناك نسبة كبيرة من الناس المهتمين بتعلم الحاسب وتطبيقاته المختلفة ، لا تجد الوقت الكافى لتعلم هذه التطبيقات والإلمام بكل خصائصها . هذه النسبة من الناس قد لا تجد الوقت اللازم لقراءة الكتب الضخمة التى تعتمد على أسلوب السرد والتى تحتوى في الغالب على نصوص ومصطلحات يصعب شرحها . لذلك فقد تم إعداد هذا الكتاب لتلافى هذا القصور وتوصيل المعلومات بطريقة مباشرة من خلال شاشات برنامج سناپ ٢٠٠٠ ومن خلال خطوات تطبيقية توضح كل العمليات الخاصة بالبرنامج . هذه الخطوات الواضحة تجعل من السهل على قارئ الكتاب تطبيقها مباشرة على البرنامج ومشاهدة النتيجة على الفور . هذا الأسلوب المرئى فى التعليم يوفر للقارئ ليس فقط المعلومة السريعة والعملية. ولكن أيضا الإثارة والمتعة التى تدفعه إلى التعليم التطبيقى . إننا نؤكد لك أنك سوف تجد فى هذا الكتاب التعلم السهل والفعال الذى يعطيك أفضل النتائج .

